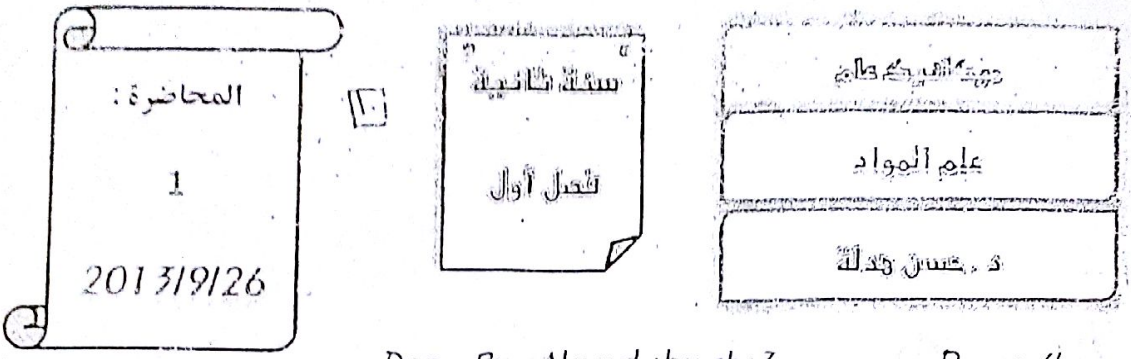
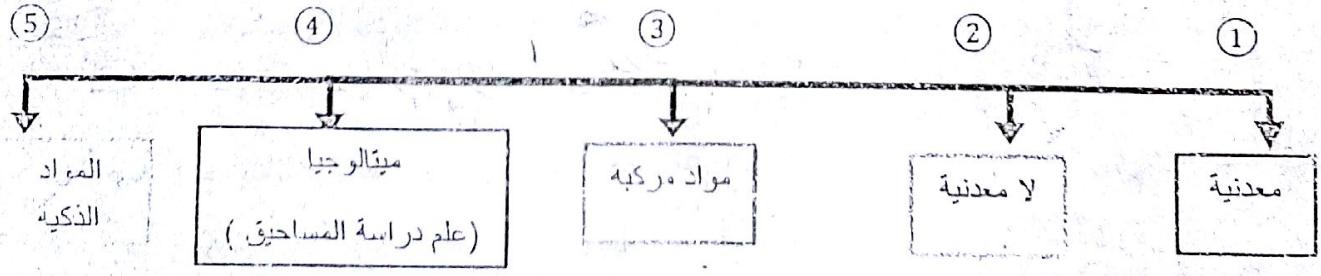


Done By :Ahmad abu sba3 Pages 4

قسم الدكتور حسن يشتمل على الفصول التالية :

- ✓ ـ تصنيف المواد الهندسية
- ✓ ـ الخواص الميكانيكية للمعادن و الخلائط المعدنية و اختباراتها
- ✓ ـ مخططات الاتزان الحراري للخلائط الثنائية
- ✓ ـ مخطط الاتزان الحراري للحديد و الكربون

تصنيف المواد الهندسية (classification of engineering materials)



① المعدنية (metallic)

تقسم الى : * حديدية *' لا حديدية

* حديدية ferrous :فيها عنصر الحديد اساسي بهذه المادة أي نسبته يمكن ان تزيد على (90% - 60) و هي تنقسم الى

♣ ـ حديد صلب و ♣' ـ حديد صب

♣ ـ الحديد الصلب او الفولاذ Steel : فيه نسبة الكربون لا تتجاوز 2,06 و هو ينقسم الى :

♦ ـ كربوني و ♦' ـ خلائطي

Scanned by CamScanner

♦ ' - الخلائطي : و هو عبارة عن (C +Fe + عناصر تطعيمية اخرى مثل الكروم النيكل المنغنيز الموليبديوم السيليسيوم البورن) الهدف من إضافة هذه المواد الحصول على خصائص جديدة لـ C + Fe غير موجودة فيه مثل زيادة متانته او مقاومته للتآكل او زيادة مقاومته لدرجات الحرارة العالية او الاهتزازات أو الاحماض

أمثلة عن الفولاذ الخلائطي :

a) الفولاذ المقاوم للصدأ Stainless Steel : و هو يمتاز بمقاومته للظروف الطبيعية كالأكسدة و غيرها و يوجد أكثر من سبعين صنفاً من هذا الفولاذ و كل صنف يتفرع الى العديد من التسميات

المزج الكيميائي لهذا الفولاذ [الكربون نسبته أقل من 0,11% الكروم نسبته تتراوح بين% (12 – 30) وفيه بعض الاضافات الاخرى بهدف مقاومته للتآكل بنسب صغيرة جدا مثل النحاس و الفاناديوم و الموليبديوم و السيليسيوم و النيكل]

b) فولاذ ادوات القطع يجب ان يتصف بعدة خصائص منها :

i. مقاومة درجات الحرارة الناتجة عن الاحتكاك ما بين اداة القطع و المشغولة
ii. مقاومته للاهتزازات
iii. مقاومته للأحمال المطبقة عليه
iv. كما يجب ان يتصف بالمتانة و الجسأة (تحمل ظروف العمل)

اداة المخرطة : قلم و اداة المفرزة : سكين و اداة المنشار : نصلة

و نسبة مركبه الكيميائي ; (0.1% C+17%Cr + 4% O +8%Ni + Fe)

c) الفولاذ المستخدم لصناعة أجهزة القياس :

نسبة المزج الكيميائي فيه [(1.1 % – 0.9) كربون + (1.6 % – 1.3) كروم] هذا النوع يستخدم لصناعة أدوات القياس (القدم ذات المنزلقة - مايكرومتر - مساطر القياس - محدد القياس)

صفاتها :

1 يجب ان لا تتغير أبعادها مع الزمن - 2 يجب ان تقاوم ظروف العمل مثل الصدمات

يتم صناعة هذه الادوات و من ثم تجري عليها معالجة حرارية بعملية تسمى التصقيع و هي عبارة عن وضع المادة في درجة حرارة ما بين C° (70- – 65-)

و تترك لفترة زمنية و من ثم تجري عليها عملية ارجاع بدرجة C°(135– 100) بفترة زمنية بين 24 –12 سا لإكساب المادة بنية مارتنسيتية تقاوم ظروف العمل

♦ - الكربوني :

وهو عبارة عن (Fe + C) أمثلة عنه :

1) فولاذ مخملي dead mild steel : نسبة الكربون فيه تتراوح بين (0.15 % – 0.1) هذا الفولاذ يقاوم الأكسدة " طري" يستخدم لصناعات قليلة مثل السلاسل و بعض الاواني
2) منخفض نسبة الكربون : فيه نسبة الكربون (0.35 % – 0.15) يتأكسد بعوامل الطبيعة يستخدم في بعض الصناعات كصناعة الصفائح المعدنية و صناعة الانابيب

Scanned by CamScanner

3) فولاذ متوسط نسبة الكربون Medium Carbon Steel : نسبة الكربون فيه (% 0,35– 0,65)
يدعى بالفولاذ الهندسي لأنه الأكثر استخداما بالصناعات الهندسة يستخدم في صناعة القضبان الفولاذية المستخدمة بالبناء و صناعة الجسور الحديدية و الصناعات الاخرى وأجزاء الآلات

4) فولاذ عالي نسبة الكربون : نسبة الكربون فيه (% 2,06 –0,65) هذا الفولاذ أكثر تأكسد بعوامل الطبيعة وهو قاسي يستخدم لصناعة الازاميل و المطارق و المناشر

*' ـ حديد صب (فونت) حديد الزهر Cast Iron :

فيه نسبة كربون تزيد على 2,06 و عادة في الاستخدامات الصناعية تكون نسبة الكربون فيه (% 3,7 –2,06)
و عند 6,67 يصبح هش لا يمكن استخدامه في الصناعة
و هو يقسم الى : ☆ حديد صب ابيض و ★ حديد صب رمادي و هذه التسمية تتبع لشكل مكسره

☆ الحديد الصب الابيض White Cast Iron: نحصل عليه بالتبريد السريع لخليطة الحديد اثناء تجمدها و يكون الكربون فيها مندمج مع الحديد على شكل كربيد الحديد Fe3c

يستخدم في صناعة الدرافيل التي يطحن بها الاسمنت و في صناعة الكرات المستخدمة في عمليات الطحن

★ الحديد الصب الرمادي Grey Cast Iron :هو نفس الحديد الصناعي الابيض من حيث نسبة الكربون إنما أعطي الوقت الكافي للتبريد بشكل بطيء جدا و بالتالي سمح للكربون بأن يتجمد بشكل حر على شكل غرافيت بالبنية و يأخذ الاشكال التالية :

- حديد صب رمادي ذو الغرافيت القشري : flack cast Iron
- حديد صب رمادي ذو الغرافيت الكروي ductile Cast Iron: في هذه الحالة يضاف للخليطة المعدنية بعض الاضافات مثل سيريوم و التيتانيوم بهدف تكوير الغرافيت و جعله بشكل كرات بالبنية مما يكسب المعدن خواص المرونة و المطيلية (أي قابلية الاستطالة اثناء الشد على الآلات) و رخص ثمنه
- حديد ذو الغرافيت المركب او المدمج
- حديد ذو الغرافيت الأرقش mottled Cast Iron
- حديد الصب الدودي Vermicular Cast Iron
- حديد معالج أو مركب Compacted Cast Iron

*' ـ المعادن اللاحديدية non ferrous :

تسمى بالمعادن الملونة أتت هذه التسمية من شكلها الجذاب أخف وزنا من المعادن الحديدية و أكثر مقاومة للتأكسد

امثلة عنها :

- الألمنيوم و خلائطه
- النحاس و خلائطه
- القصدير و خلائطه (سبائكه)
- الكوبالت و خلائطه
- المعادن الثمينة (ذهب و فضة و بلاتين و روديوم و خلائطهم)
- المعادن المقاومة للحراة (نيكل كروم موليبديوم و خلائطهم)

Scanned by CamScanner

② المواد المعدنية :

و هي تقسم الى # ـ مواد عضوية و #'ـ لا عضوية

ـ المواد العضوية Organic : عبارة عن خلايا نباتية او حيوانية متفسخة و هي تحتوي على عنصر الكربون فيها بشكل اساسي أمثلة عنها :

الجلود الاخشاب المواد البلاستيكية و البوليميرات

#' ـ اللاعضوية non Organic: امثلة عنها :المواد السيراميكية الزجاج الاسمنت

③المواد المركبة :

و هي عبارة عن مادة لدنة تسمى بالمادة الحاضنة (Matrix) + مواد او عناصر تقوية (Fibers) (ألياف جزئيات شعيرات) امثلة عنها :

أحجار التجليخ الزوارق (اليخت)

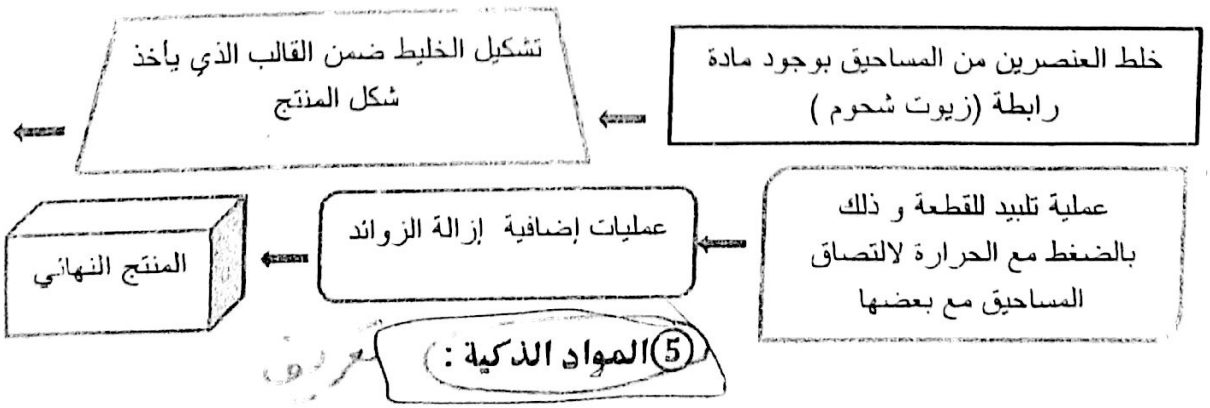
الطين (Matrix) + القش (Fibers) الذي استخدمه الانسان القديم

① طريقة دراسة المساحيق

- عبارة عن مساحيق معدنية + مساحيق معدنية
- مساحيق مواد لا معدنية + مساحيق معدنية
- مساحيق مواد لا معدنية + مساحيق مواد لا معدنية

(مواد سيراميكية مثلا كربيدية او تتريدية او أكسيدية)

مبدأ العمل :


خلط العنصرين من المساحيق بوجود مادة رابطة (زيوت شحوم)
تشكيل الخليط ضمن القالب الذي يأخذ شكل المنتج
عملية تلبيد للقطعة و ذلك بالضغط مع الحرارة لالتصاق المساحيق مع بعضها
عمليات إضافية إزالة الزوائد
المنتج النهائي

⑤المواد الذكية :

عبارة عن مواد ذات استجابة كبيرة للمحفزات مثل درجات الحرارة الـ Ph (الحموضة) الاجهاد الانفعال الاشعة الشمسية الحقول المغناطيسية أمثلة عنها:

الألياف البصرية , الحواسيب التي تعمل بالطاقة الشمسية, استخدامات بالمحركات (فتح إغلاق)

Scanned by CamScanner

ميكانيك عام

علم المواد

د. حسن هدلة

سنة ثانية

فصل أول

المحاضرة :

2

2013/9/29

Done By :Ahmad Abu sba3 Pages 4

الخواص الميكانيكية للمعادن و الخلائط المعدنية و اختباراتها :

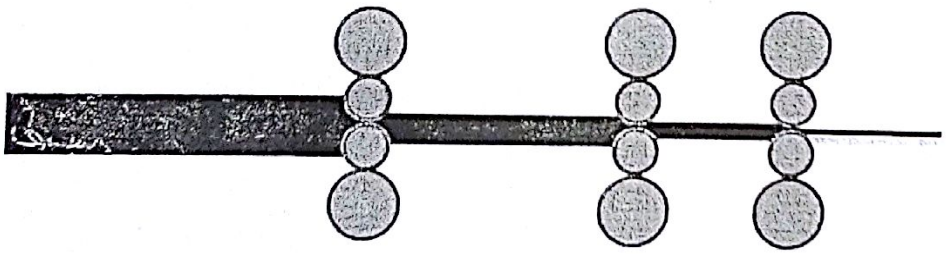
mechanical properties & testing of metals and alloy metals

⌖الهدف من دراستها : التعرف على طبيعة المادة و على التغيرات التي تطرأ عليها نتيجة عمليات التشكيل أو التشغيل او نتيجة تأثير أحمال ما .

التشكيل : وهي عبارة عن عملية تصنيعية من خلالها نحصل على منتج دون وجود رايش و من هذه العمليات :

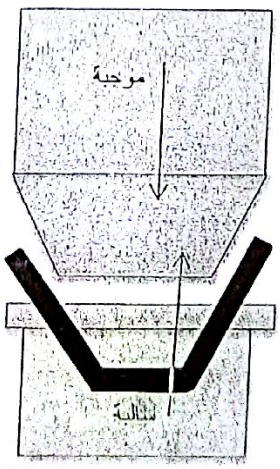
❶ الحدادة forging: هذه العملية التشكيلية ممكن ان تكون حدادة حرة من أجل تطريق القطع الكبيرة و المتوسطة الحجم أو حدادة ضمن قوالب مغلقة

❷الدرفلة Rolling :



Stand 1 Stand 2 Stand 3

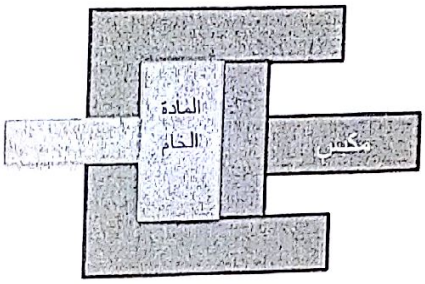
❸الثني Bending :



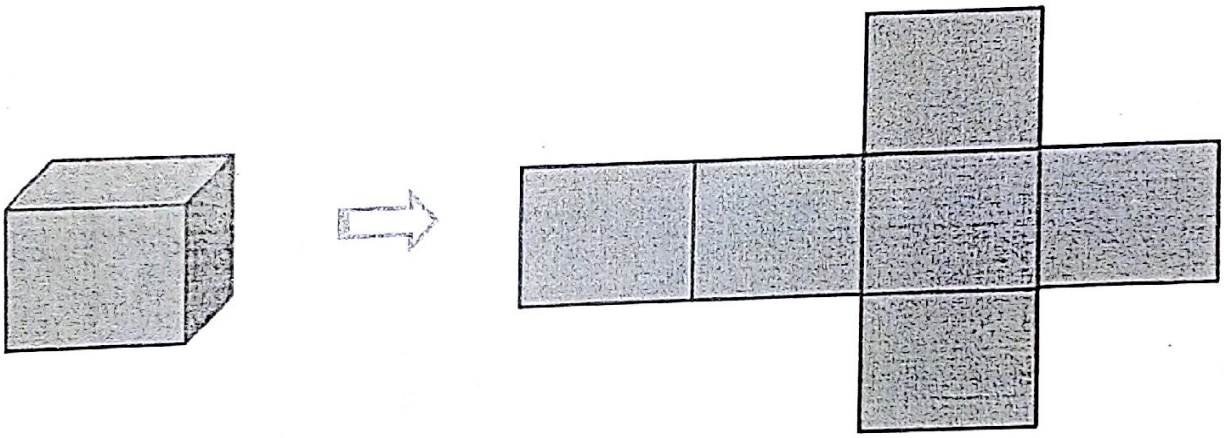
الرايش برادة المعادن كمادة الحديد

Scanned by CamScanner

❹البثق extrusion: المعدن المستخدم يجب ان يسخن الى ما دون درجة الانصهار



❺انفرادات الاجسام :



❻التدويم Spinning

---

*التشغيل : و هو عملية تطبيقية نحصل من خلالها على منتج بعد إزالة الزوائد من المعدن بصورة الرايش مثال :

عملية الخراطة , عملية تثقيب , عملية تجليخ , عملية تفريز , عملية قشط

ما هي أهم الاختبارات التي تجري على المعادن و الخلائط المعدنية:

❺اختبارات تصميمية و ❺ تكنولوجية و ❺ لا إتلافيه

❺ التصميمية : هذه الاختبارات إتلافيه تهدف من خلالها الحصول على نتائج حسابية تفيدنا في تصميم جزء ميكانيكي او آلة ما و تعد هذه الاختبارات من اهم الاختبارات الميكانيكية و هي تقسم الى :

①اختبارات ستاتيكية : هذه الاختبارات تجري على عينات نظامية مأخوذة بأبعاد قياسية حتى نتمكن من المقارنة بين النتائج . و طبعا يجب ان تكون هذه العينات مأخوذة من المادة المراد تصنيع المنتج منها

تتم هذه الاختبارات تحت تأثير حمولات منتظمة او بطيئة جدا نذكر من هذه الاختبارات :

✳ اختبار الشد Tensile strength:

Scanned by CamScanner

- اختبار الضغط Compression test
- اختبار الانحناء Bending test
- اختبار القص Shearing test
- اختبار الفتل Torsion Test
- اختبار القساوة الستاتيكية Hardness test

② ديناميكية :

تجري على عينات نظامية تحت تأثير حمولة فجائية أمثلة عنها :

- ✓ اختبار القساوة الديناميكية ندرس منها :اختبار القساوة الديناميكية لفريفن Griven و بولدي Poldi
- ✓ اختبارات الصدم Impact test

③اختبارات في ظروف مغايرة :

أي تحت تأثير درجات الحرارة مرتفعة او تعمل في وسط كيمياني امثلة عنها :

- اختبار الزحف Creep test
- اختبار التعب fatigue test
- اختبار التصدع crack test
- اختبار النفق الهوائي

اختبارات تكنولوجية هي اختبارات تهدف من خلالها الحكم على مدى قابلية المادة لاجراء عمل ما ام لا مثلا :

قابليتها للحام ,للسباكة , للتطريق , سحبها بشكل اسلاك , درفلتها

اختبارات لا اتلافية :

هي اختبارات تهدف من خلالها الحكم على المادة قبل ان تنهار و هي اختبارات لا تؤدي لإتلاف المادة المختبرة و انما يمكن اعادة استخدامها . من خلالها يمكن الحكم على وجود مسامية في منطقة اللحام او في قطعة مسبوكة او الحكم على مدى تحمل جسر حديدي لظروف العمل . اهم طرق اختباراتها :

- ☒ الاختبار بالفحص البصري Optical test :
- ☒ الاختبار بالسوائل الكاشفة المتغلغلة Penetration test
- ☒ الاختبار بالتيارات الدوامية : Eddy current test
- ☒ بالأشعة السينية X –ray test
- ☒ بالموجات فوق الصوتية ultra sonic test

اهم العيوب التي يمكن ان تتواجد بالمواد و التي يمكن اكتشافها بالاختبارات اللاإتلافية :

- عيوب متأصلة تتواجد اثناء تصنيع المادة الخام
- عيوب تصنيعية Processing defects
- عيوب تشغيلية مثل وجود مسامية Porosity
- تشققات Cracks تراكب Laps ثقوب Pore
- تجمعات العناصر المعدنية أثناء التجمد Segregation

Scanned by CamScanner

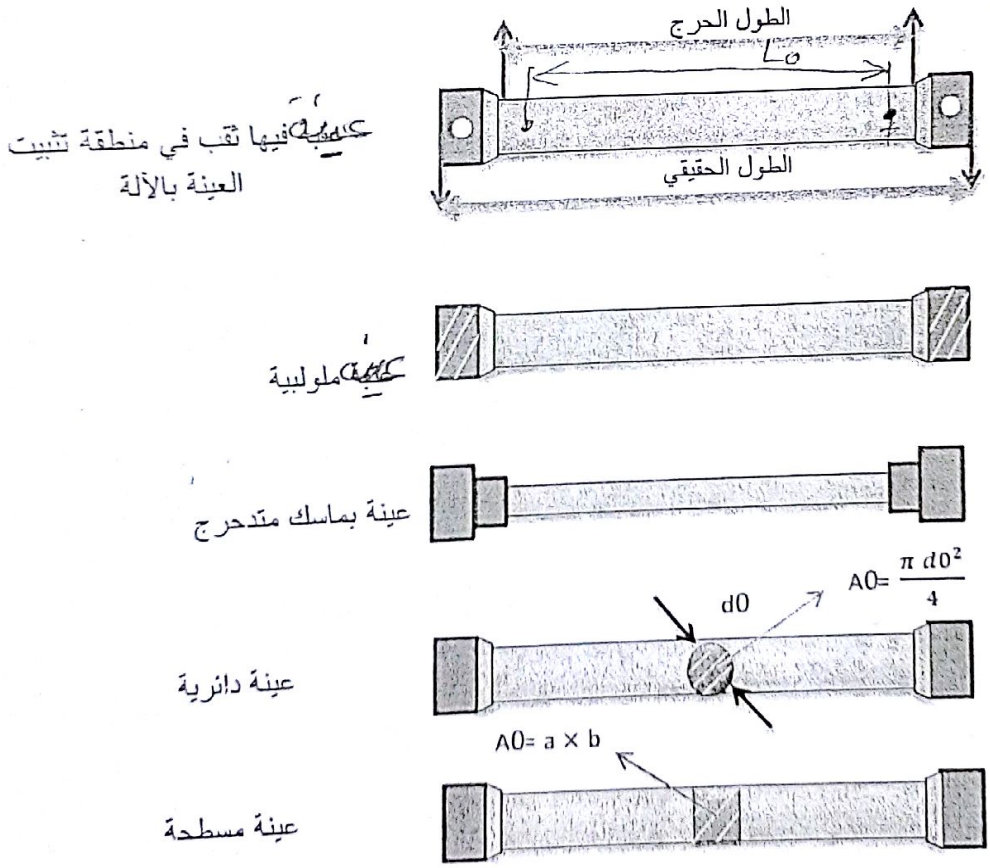
- قشور Flecks

✳ اختبار الشد

يعد احد اهم الاختبارات الميكانيكية و ذلك لكثرة النتائج الحسابية التي يمكن من خلاله الحصول عليها مثل حد الانسياب او حد الخضوع للمادة حد المتانة للمادة الاجهاد التي تتحمله المادة حتى الكسر

يتم هذا الاختبار من خلال تحضير عينة بأبعاد نظامية و تثبيتها على آلة الشد و التأثير عليها بقوة محورية و دراسة هذا التأثير من لحظة التحميل و حتى الكسر

شكل عينات اختبار الشد :



طول عينة الاختبار يتبع للقطعة التي ستأخذ منها العينة و التي ستصنع منها الآلة و عادة بشكل تجريبي يؤخذ طول عينة الاختبار

للعينات الطويلة المسطحة	$L0=11,3\ \sqrt{Ao}$
للعينات الطويلة الدائرية	$L0=10\ d0$
للعينات القصيرة المسطحة	$L0=5,65\ \sqrt{Ao}$
للعينات القصيرة الدائرية	$L0=5\ d0$

Scanned by CamScanner

ميكانيك عام

علم المواد

د . حسن هدلة

سنة ثانية

فصل أول

المحاضرة : ١٠

3

20131013

By : AHMAD ABO SBAE

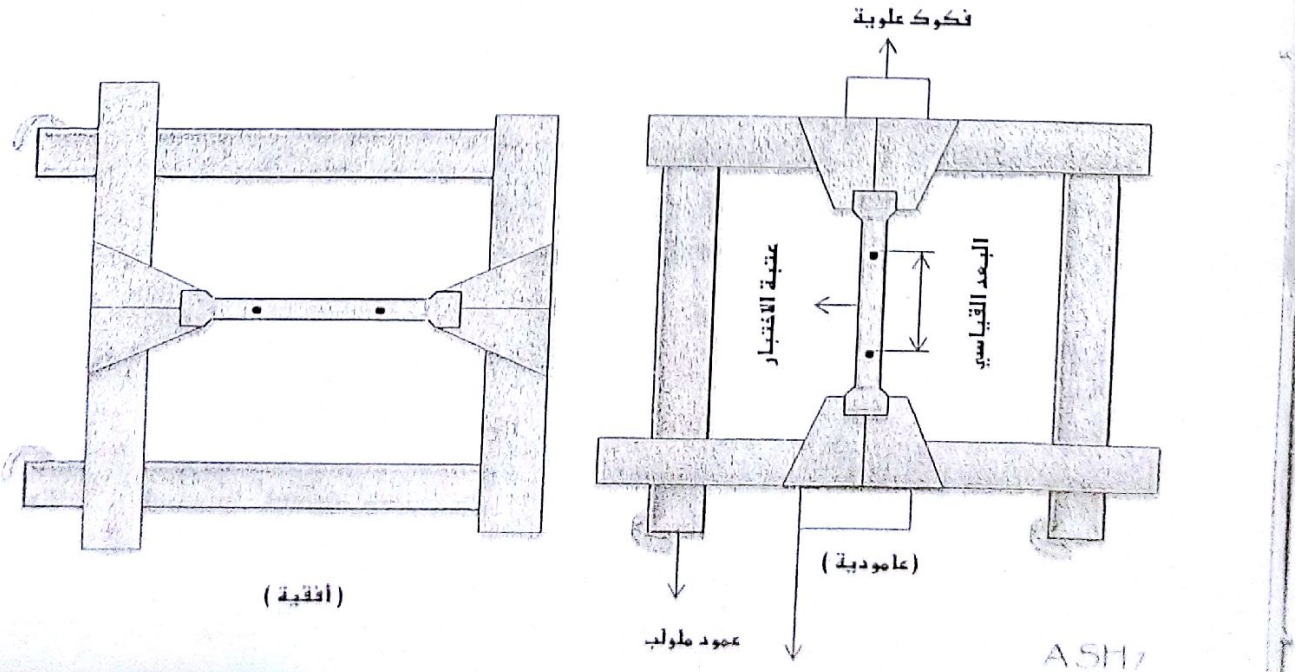
آلات اختبار الشد :

- يمكن ان تكون هذه الآلات آلات بسيطة تقوم بعمل واحد و هو الشد او الانحناء او الثني
- يمكن ان تكون آلات عامة حيث يمكن من خلال آلة واحدة القيام بالعديد من الاختبارات مثل الشد أو الفتل أو الانحناء و ذلك بتغيير بعض أجزاء الآلة او الفكوك
- كما يمكن ان تكون آلات الاختبار آلات خاصة بحيث تنفذ اختبار لبعض العينات تحت ظروف عمل خاصة مثل: اختبار التعب او الزحف (أي آلة تعمل تحت تأثير درجات حرارة)

و بالشكل العام الآلات يمكن ان تكون آلات صغيرة او متوسطة او كبيرة الحجم غالبا الآلات الصغيرة حركتها ميكانيكية بينما المتوسطة و الكبيرة حركتها هيدروليكية حيث تتسم هذه الآليات :

- بانسيابية في عملية التحميل
- عدم وجود ضوضاء او اهتزاز
- دقة في النتائج
- سهولة في العمل

آلات اختبار الشد يمكن ان تكون افقية او عامودية و تأخذ الشكل التخطيطي التالي :



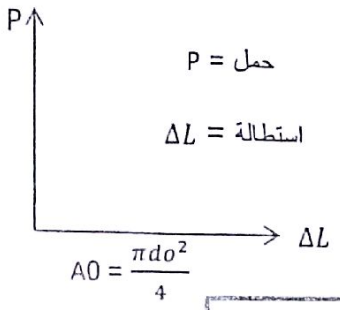
Scanned by CamScanner

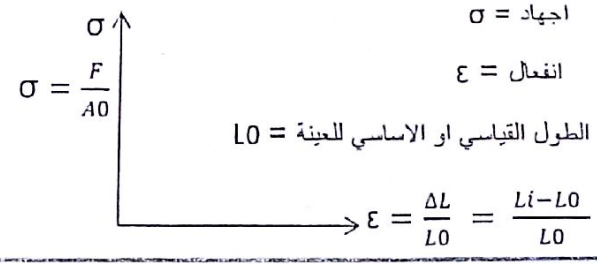
الطول اللحظي للعينة = Li

اجهاد = σ

انفعال = ε

الطول القياسي او الاساسي للعينة = L0





حيث ان A0 هي مساحة مقطع العينة وهي تساوي ($\frac{\pi do^2}{4}$) للدائرة و (a b) للمستطيل

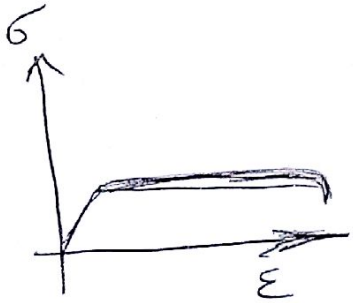
سؤال امتحان :☺

سؤال

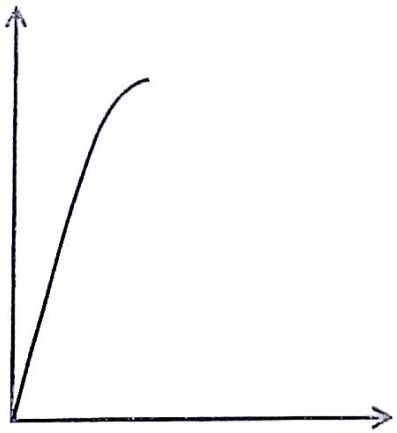
ارسم منحني (ε -σ) اجهاد مع انفعال للعينات التالية:

- عينة من معدن هش (حديد زهر) : فولاذ عالي نسبة الكربون ,مادة سيراميكية , مادة زجاجية
- عينة من معدن نصف مطيلي: نحاس اصفر وهو عبارة عن (نحاس احمر +45% زنك) , فولاذ متوسط نسبة الكربون , المنيوم خلانطي [المنيوم + عناصر سبائكية مثل (نحاس , قصدير , رصاص , توتياء)]
- عينة مطيلية : مثل النحاس الاحمر , الذهب , الفضة
- عينة من مادة لدنة : مثل مواد بلاستيكية والفولاذ الطري

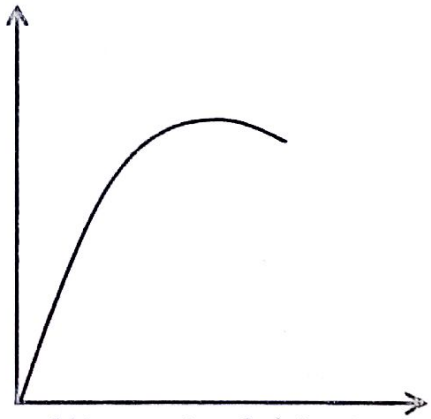
الجواب :



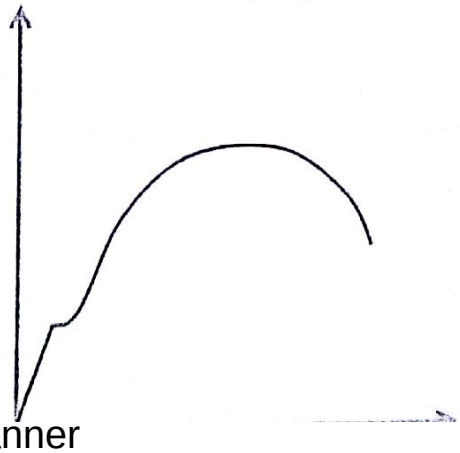
عينة مطيلية ذات أساس غير حديدي

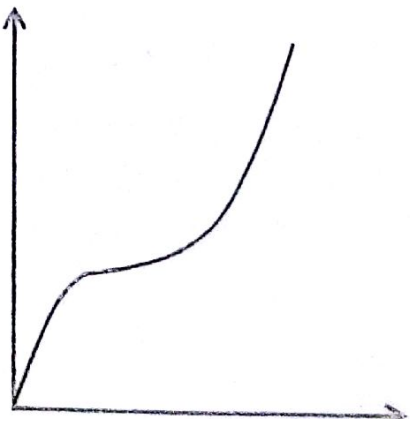


منحني (ε -σ) لعينة من مادة هشة



منحني (ε -σ) لعينة من مادة نصف مطيلية

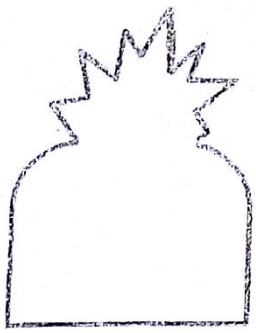




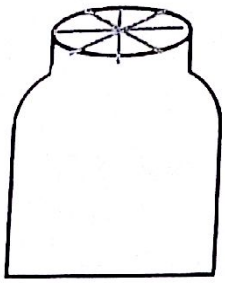
Scanned by CamScanner

انواع الكسور للعينات :

1) بحسب الشكل :

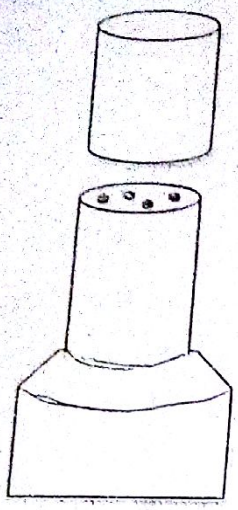


كسر ليفي



كسر لجمي

كسر يشبه القدح و المخروط خشن من الداخل و ناعم من الاطراف



كسر حبيبي

المعادن و الخلائط المعدنية مثل :

- حديد الصب , الفولاذ عالي نسبة الكربون (المقسى) , السيراميك, الغرافيت . " كسرها حبيبي لأنها مواد هشة "
- النحاس الاصفر (Cu + 45%Zn) , المنيوم سبائكي . " كسرهم يشبه القدح و المخروط أو النجمي "
- الذهب , الفضة , النحاس الاحمر , المواد البلاستيكية , فولاذ لين . " كسرها ليفي "

2) حسب السطح :

- ذات سطح املس Silky
- ذات حبيبات ناعمة Fine grain
- ذات حبيبات خشنة coarse
- زجاجي glasses
- بلوري Crystal line

3) بحسب اللون :

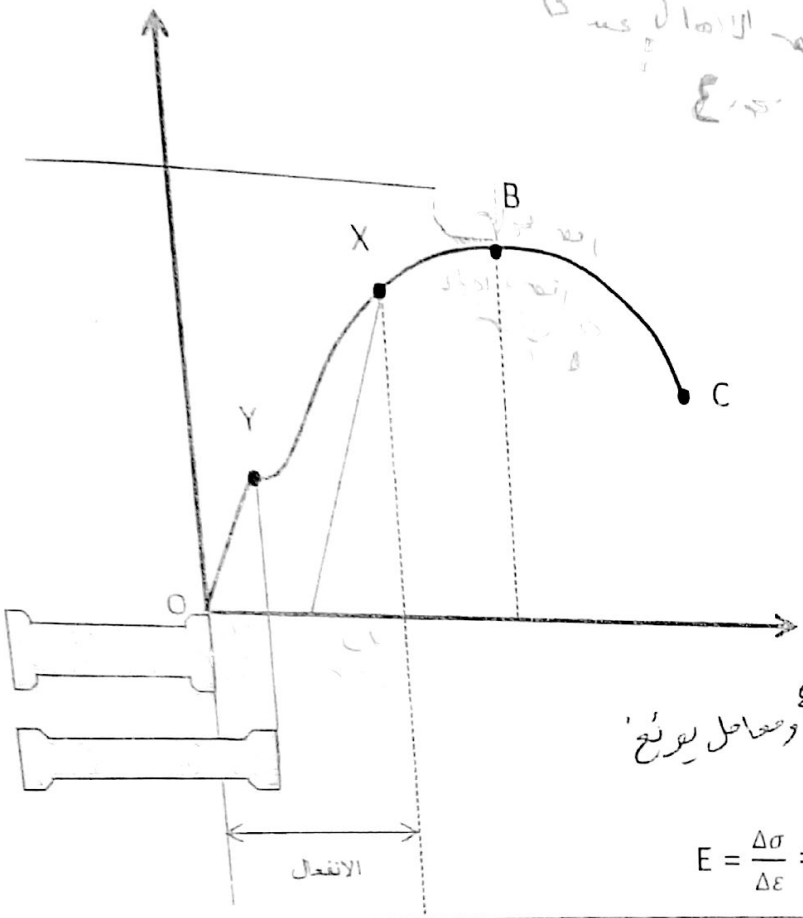
* براق bright
* داكن dark

ماذا نفهم من منحني (σ - ε) ؟

لدراسة منحني الاجهاد والانفعال لعينة مثالية نقوم بدراسة مراحل شد العينة من الصفر و حتى الكسر و ندرس كل مرحلة تحول في المنحني الذي نرسمه خلال عملية الشد بحيث نلاحظ التالي :

ASH7

Scanned by CamScanner



① النقطة (O) بداية العينة

② النقطة (Y) حد الانسياب او حد الخضوع

او حد المرونة للمادة

حيث ان المجال(Y – O) يسمى مجال المرونة

خلاله تعود العينة لحالتها الطبيعية

عند رفع الحمولة المطبقة عليها

وهذا المجال يتبع لقانون هوك

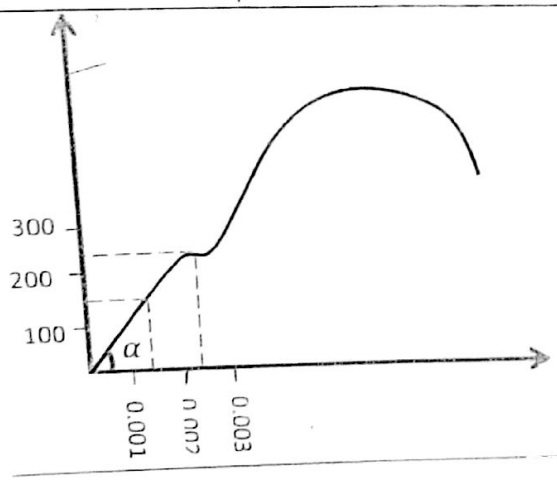
$$\sigma = \varepsilon . E$$

حيث (E) معامل المرونة و الذي يمكن حسابه

إما من ميل خط المرونة (O Y) أي $E = \tan\alpha$

او من العلاقة $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ و بصورة افضل $E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\sigma 2 - \sigma 1}{\varepsilon 2 - \varepsilon 1}$

مثال :



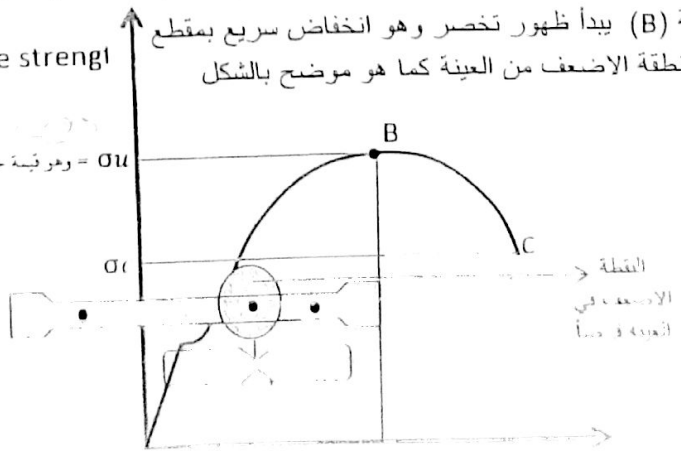
$$E = \frac{240-150}{0,0023-0,0014} = 10^5 \text{ Kg/mm}^2$$

و هي واحدة (σ) لان (ε) ليس لها واحدة: $N/mm^2 = Kg/mm^2$

③ النقطة (B) تمثل اقصى حمل تتحمله المادة دون ان تنكسر عندها قيمة الاجهاد (σB) او (σu) او (σuts)

σuts = Ultimate tensile strengt

عند النقطة (B) يبدأ ظهور تخصر وهو انخفاض سريع بمقطع العينة بالمنطقة الاضعف من العينة كما هو موضح بالشكل



σu = وهو قيمة حد المتانة و هو اقصى حمل تتحمله المادة دون ان تنكسر

Scanned by CamScanner

④ النقطة (C) نقطة الكسر و يسمى الاجهاد المطبق لحظة الكسر بإجهاد الكسر

الملخص :

مخطط $(\sigma - \varepsilon)$ يتألف من مجالين مجال من $(o - y)$ وهو مجال المرونة و مجال من $(y - c)$ و يسمى مجال اللدونة في مجال المرونة تعود العينة الى و ضعها الطبيعي بعد ازالة الحمولة المطبقة عليها و هي تتبع لقانون هوك

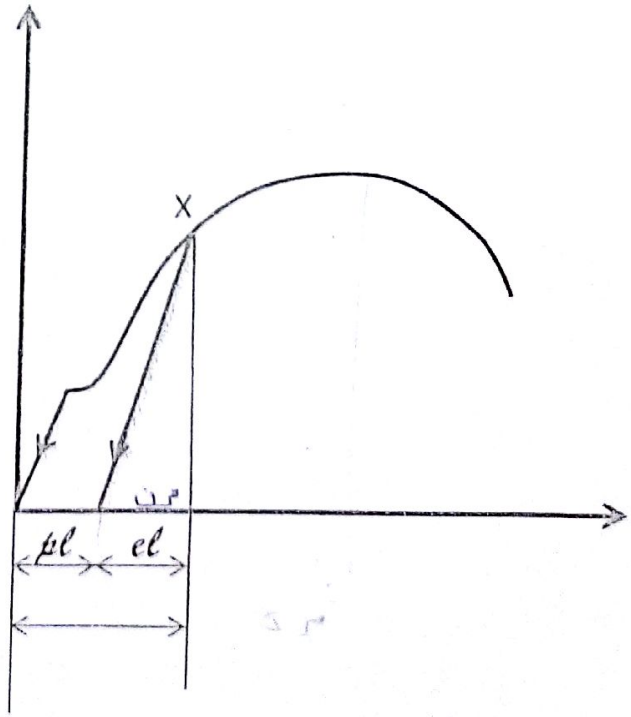
أما في مجال اللدونة يظهر في العينة انفعال دائم نتيجة انزياح ذرات المعدن تؤدي الى حصول استطالة بالمعدن و تضيق في المقطع و هذا التشوه الحاصل هو تشوه دائم و يكون عبارة عن مجموع انفعاليين انفعال مرن و لدن حيث الانفعال المرن يزول في حال رفع الحمولة المطبقة على العينة بينما اللدن يبقى حتى لو تم رفع الحمولة عن هذه العينة و يكون عودة العينة في الانفعال المرن نتيجة رفع الحمولة بخط يوازي خط المرونة كما هو موضح بالشكل التالي :

$$\varepsilon_x = \varepsilon_{pl} + \varepsilon_{el}$$

$$\sum X = \sum Pl + \sum el$$

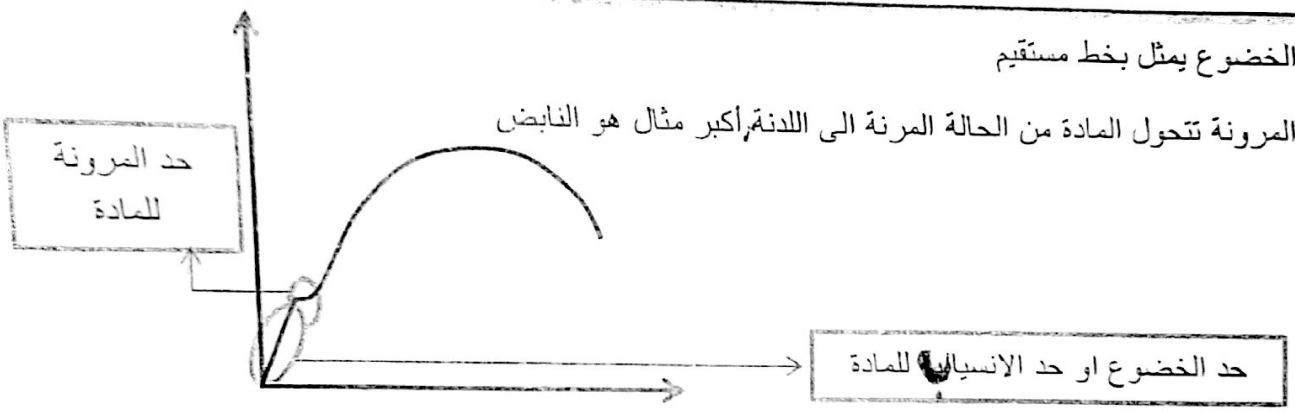
انفعال مرن = el = elastic

انفعال لدن = Pl = Plastic



THE END .....☺

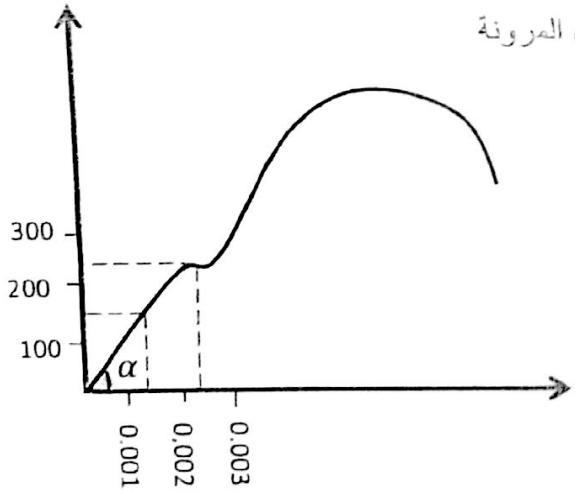
Scanned by CamScanner



حد الخضوع يمثل بخط مستقيم

حد المرونة تتحول المادة من الحالة المرنة الى اللدنة,أكبر مثال هو النابض

اوجد قيمة الاجهاد الموافق لحد المرونة للمادة و اوجد قيمة معامل المرونة



الحل :

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \qquad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

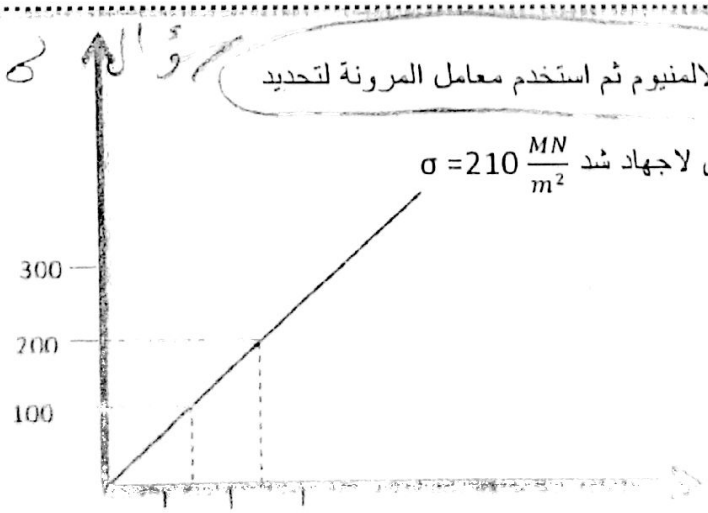
او نأخذ نقطتين من المنحني و من الرسم نستطيع حساب الاجهاد

اما معامل المرونة يحسب من زاوية الميل التي يصنعها المستقيم

المار من النقطتين مع ε

احسب قيمة معامل المرونة E لخليطة الالمنيوم ثم استخدم معامل المرونة لتحديد

طول جائز طوله القياسي ℓ_0=1,25 تعرض لاجهاد شد $\sigma = 210 \frac{MN}{m^2}$



Scanned by CamScanner

الحل :

E=?

$$\ell = \ell_0 + \Delta\ell$$

حسب قانون هوك $\sigma = \varepsilon . E$ $\Longleftarrow$ $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$

$$E = \frac{200 - 100}{0{,}0023 - 0{,}0015} = 125000 \frac{MN}{m^2}$$

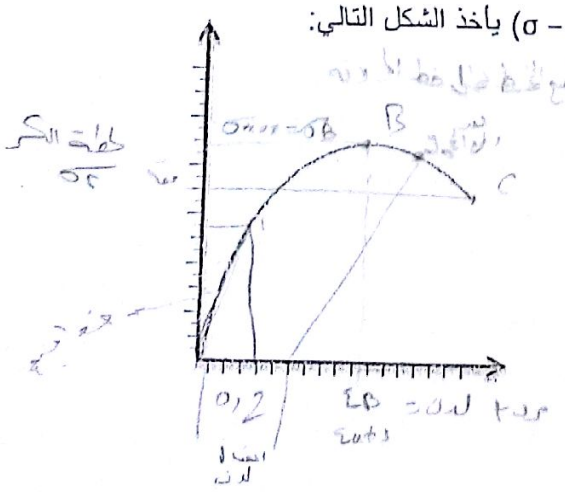
$$\varepsilon = \frac{\Delta\ell}{\ell_0} \quad \Rightarrow \quad \Delta\ell = \varepsilon . \ell_0$$

$$\sigma = \varepsilon . E \Rightarrow \varepsilon = \frac{\sigma}{E} \Rightarrow \varepsilon = \frac{210}{125000} \Rightarrow \varepsilon = 1{,}68 \times 10^{-3}$$

$$\ell = \ell_0 + \Delta\ell \Rightarrow \ell = \ell_0 + \varepsilon . \ell_0 \Rightarrow \ell = \ell_0(1 + \varepsilon)$$

$$\ell = 1{,}25\ (1{+}0{,}00168) = 1{,}2521 \quad m$$

لدى شد عينة من الالمنيوم تبين بأن المنحني (σ – ε) يأخذ الشكل التالي:



و المطلوب :

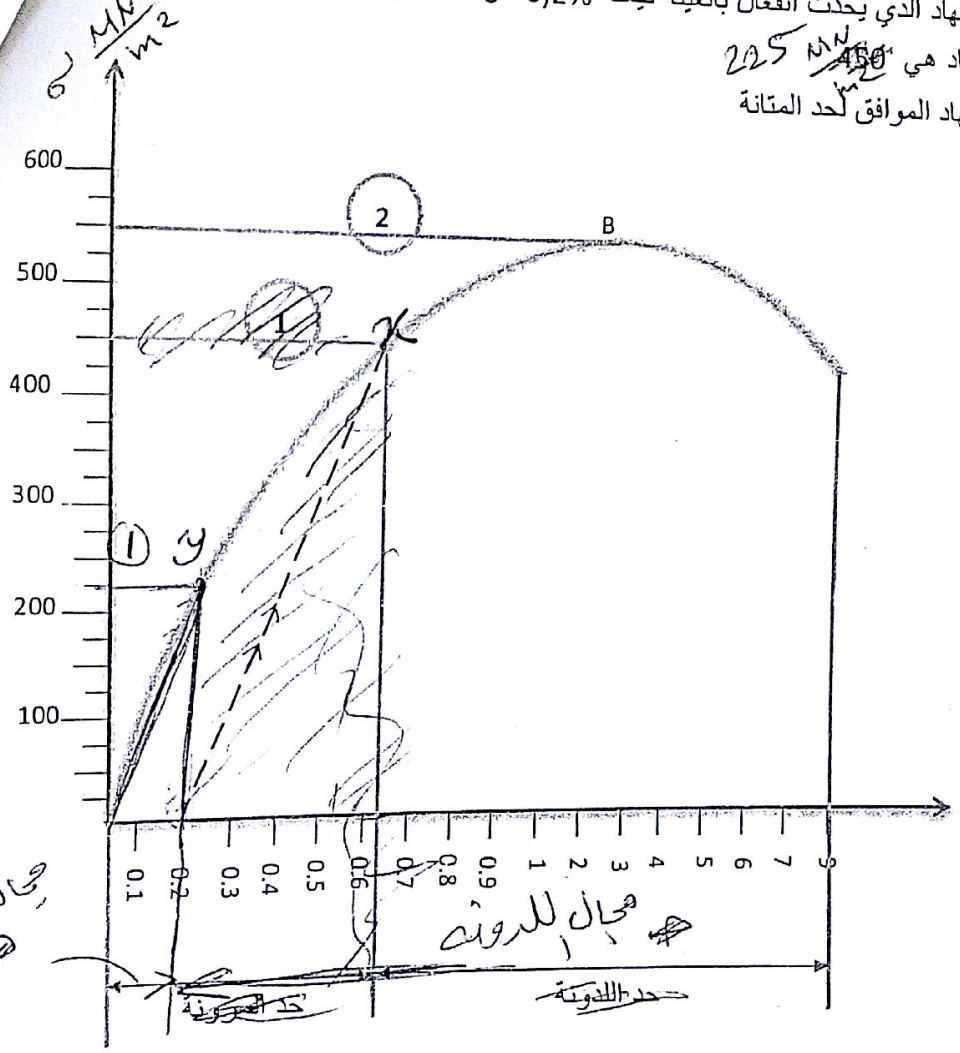
1. حدد قيمة الاجهاد الموافق لحد المرونة للمادة
2. عين قيمة الاجهاد الموافق لحد المتانة للمادة او بصيغة اخرى ما هو اكبر اجهاد تتحمله المادة دون ان تنكسر او ماهي قيمة (σuts = Ultimate tensile strength)
3. لو حملنا العينة بحمولة حتى النقطة x ما قيمة الاجهاد الموافق لهذه النقطة في الحالتين:
   i. حالة وجود تحميل على العينة
   ii. حالة رفع الحمولة عن العينة
4. ما هي قيمة الاجهاد لحظة الكسر

Scanned by CamScanner

الحل :

1) في هذه الحالة يعتبر الاجهاد الذي يحدث انفعال بالعينة قيمته 0,2% هو حد المرونة للمادة كما هو مبين على الشكل اي ان قيمة الاجهاد هي 450 MN/m²

2) ايضا حسب الشكل الاجهاد الموافق لحد المتانة هو 550



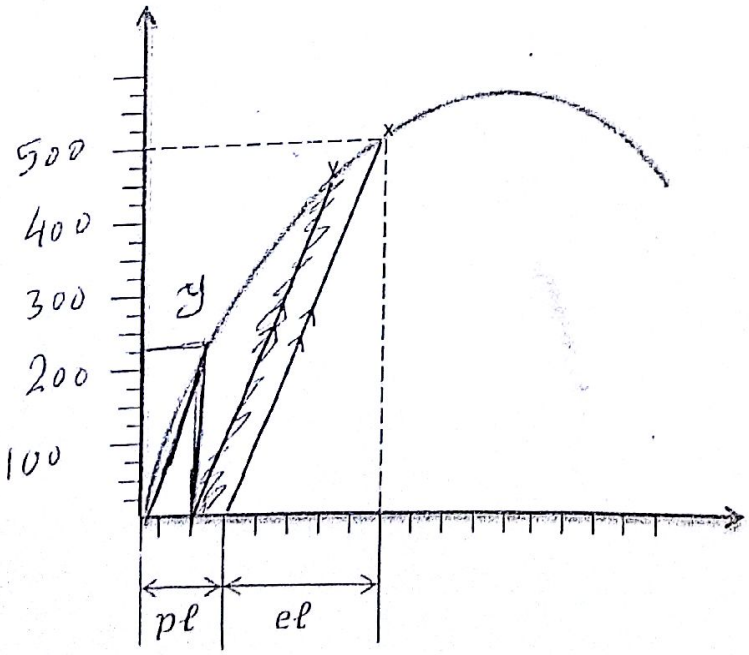
3) :

i. في حالة التحميل :

$$\varepsilon_x = \varepsilon_{pl} + \varepsilon_{el} \quad \& \quad \sigma = 500$$

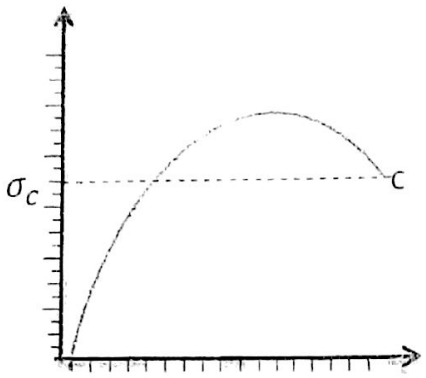
ii. في حالة رفع الحمولة :

$$\varepsilon_x = \varepsilon_{pl} \quad \& \quad \sigma = 0$$



Scanned by CamScanner

(4



أهم العلاقات المستنتجة من اختبار الشد :

✪ الانفعال الهندسي او الانفعال العادي

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} = \frac{\ell_i - \ell_0}{\ell_0} = \frac{\ell_i}{\ell_0} - 1 \quad \text{.....} (1`)$$

حيث : ℓ_i طول العينة اللحظي اثناء الشد

ℓ_0 طول العينة القياسي قبل الشد

✪ الانفعال الحقيقي :

$$\lambda = \int_{\ell_0}^{\ell_i} \frac{d\ell}{\ell_i} = [\ln(\ell)]_{\ell_0}^{\ell_i} = \ln(\ell_i) - \ln(\ell_0)$$

$$\lambda = \ln\left(\frac{\ell_i}{\ell_0}\right) \quad \text{.....} (2`)$$

وحسب مبدأ ثبات الحجم : أي ان حجم العينة قبل الشد = حجمها بعد الشد

$$V_0 = V_i \quad \Rightarrow \quad A_0 . \ell_0 = A_i . \ell_i$$

$$\frac{\ell_i}{\ell_0} = \frac{A_0}{A_i}$$

حيث : A_o مساحة المقطع الاصلي للعينة قبل الشد

A_i مساحة مقطع العينة بعد الشد

Scanned by CamScanner

بالتعويض في (1`) و (2`) نجد :

$$\varepsilon = \frac{\ell_i}{\ell_0} - 1 = \frac{A_0}{A_i} - 1$$

$$\lambda = \ln\left(\frac{\ell_i}{\ell_0}\right) = \ln\left(\frac{A_0}{A_i}\right)$$

✪ التقلص العادي :

$$\psi = -\frac{A_i - A_0}{A_0} = \frac{A_0 - A_i}{A_0}$$

$$(3`) \ldots\ldots \psi = 1 - \frac{A_i}{A_0}$$

✪ التقلص الحقيقي :

$$\psi` = -\int_{A_0}^{A_i} \frac{dA}{A_i} = -[\ln(A)]\Big|_{A_o}^{A_i} = -[\ln(A_i) - \ln(A_0)] = \ln\left(\frac{A_0}{A_i}\right)$$

$$(4`) \ldots\ldots \psi` = \ln\left(\frac{A_0}{A_i}\right)$$

تلخيص ما سبق :

1` • $\varepsilon = \frac{\ell_i}{\ell_0} - 1 = \frac{A_0}{A_i} - 1$ انفعال هندسي (طولي)

2` • $\lambda = \ln\left(\frac{\ell_i}{\ell_0}\right) = \ln(\frac{A_0}{A_i})$ انفعال حقيقي

3` • $\psi = 1 - \frac{A_i}{A_0}$ تقلص هندسي (عادي)او انفعال عرضي بالمقطع

4` • $\psi` = \ln\ (\frac{A_0}{Ai})$ تقلص حقيقي

Scanned by CamScanner

استنتج العلاقات التي تربط بين (ε , λ, $\psi`$, ψ) :

من (1) نجد $\frac{A_0}{A_i} = \varepsilon + 1$

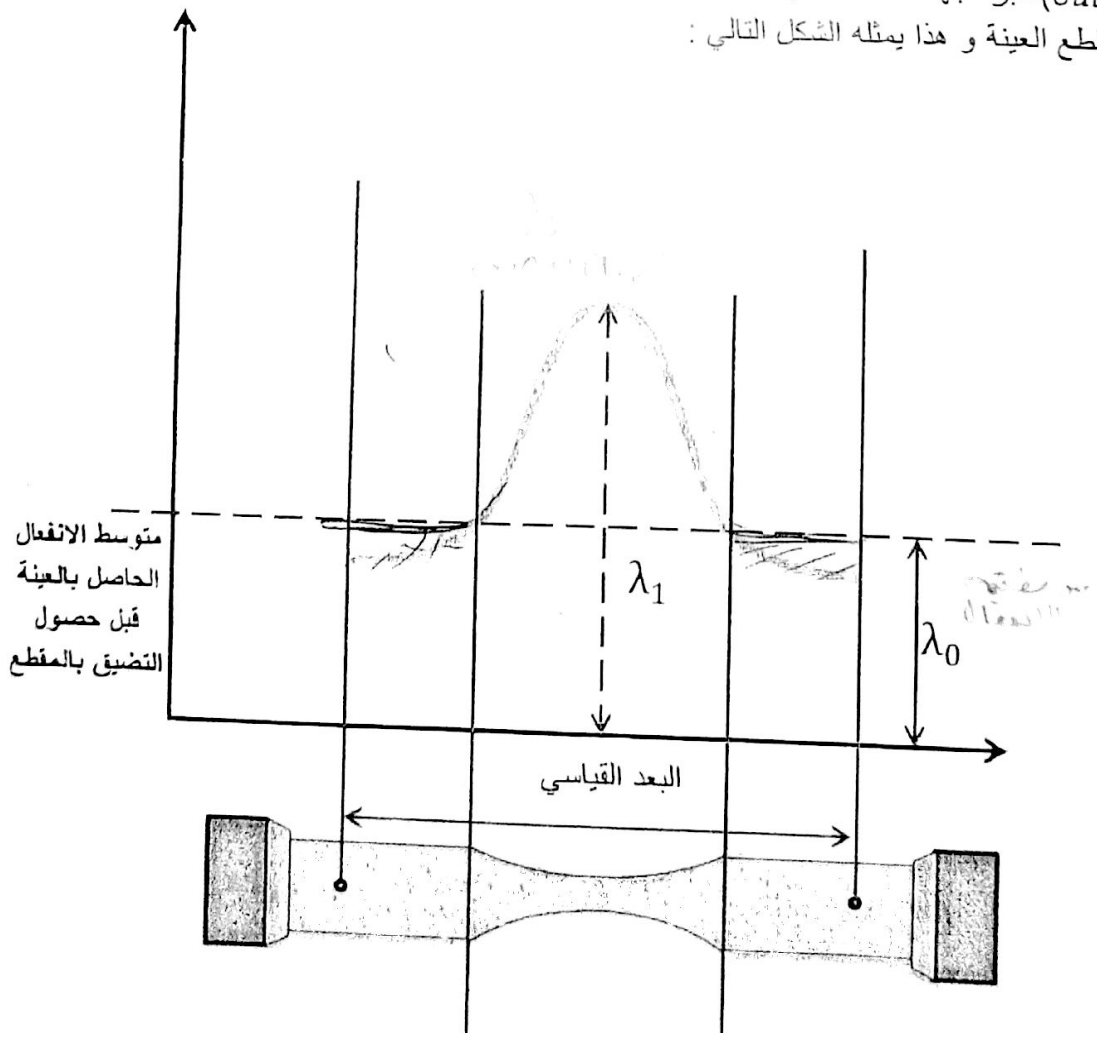
نعوض في (2) نجد $\lambda = \ln(\varepsilon + 1)$

نعوض في (3) نجد $\psi = 1 - \frac{1}{1+\varepsilon} = \frac{1+\varepsilon-1}{1+\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}$

نعوض في (4) $\psi` = \lambda = \ln(1 + \varepsilon)$

الانفعال الموضعي (سؤال دورة تعريف)

ان قيمة الانفعال الحاصل في العينة يبقى موزعا بشكل متساوي على كامل سطح العينة قبل النقطة (B) الممثلة لـ (σuts)اكبر اجهاد تتحمله العينة اما بعد هذه النقطة فيحدث تغير موضعي في الانفعال نتيجة وجود تخصر في مقطع العينة و هذا يمثله الشكل التالي :



Scanned by CamScanner

معامل بواسون :

$\mu = +\frac{\psi}{\varepsilon}$ حيث (ψ): الانفعال العرضي و(ε): الانفعال الطولي و (μ) اصغر من الواحد

μ =0,16 → 0,18 للمواد الهشة مثل حديد الزهر , الفولاذ المقسى

μ=0,25 → 0,36 للمواد اللدنة

μ = 0,5 للمطاط (المواد اللدنه)

الاجهاد العادي او الهندسي :

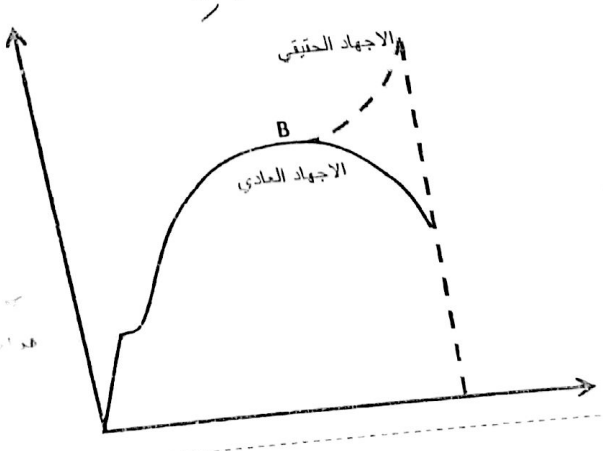
$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{F}{\frac{\pi d_0^2}{4}} = \frac{F}{a \times b}$$

F: الحمل المطبق A_0 : مساحة مقطع العينة قبل الشد σ: الاجهاد الحقيقي

الاجهاد العادي الحقيقي

σ_i الاجهاد العادي حيث $\sigma_i = \frac{F_i}{A_i} = \frac{F_i}{\frac{\pi d_i^2}{4}} = \frac{F_i}{a \times b}$

يعبر عن الاجهاد الحقيقي بالشكل :



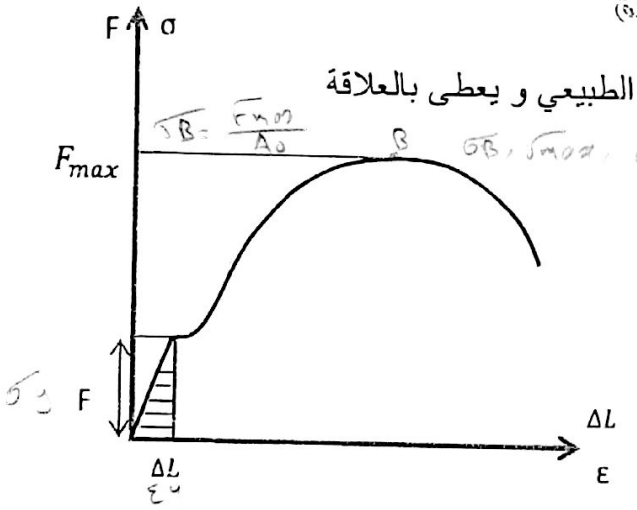
THE END

&

Scanned by CamScanner

أهم العلاقات المستنتجة من اختبار الشد (تكملة)

✪ الرجوعية : وهي محاولة المادة العودة الى وضعها الطبيعي و يعطى بالعلاقة



$$R = \frac{1}{2} F.\Delta L$$

معامل الرجوعية :

$$R_m = \frac{1}{2} F\Delta\ell / v_0$$

حيث : $v_0 = A_0 \cdot L_0$

$$R_m = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{A_0} \cdot \frac{\Delta L}{L_0} \Rightarrow R_m = \frac{1}{2} \sigma \cdot \varepsilon$$

✪ الاستطالة النسبية :

$$\delta = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad \text{or} \quad \delta\% = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

✪ التقلص النسبي :

$$\psi = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100\% = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\%$$

✪ حد المتانة :

$$\sigma_{uts} = \frac{F_{max}}{A_0}$$

Scanned by CamScanner

- معامل المتانة :

$$\tau = \frac{1}{2}\frac{(F_y + F_{max})}{A_0} \cdot \varepsilon$$

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_0} \qquad \sigma_{uts} = \frac{F_{max}}{A_0}$$

---

6 مسألة :

أ- ما هو مقدار الاستطالة النسبية ($\delta\%$) اذا كان الطول الحسابي للعينة قبل الاختبار (50mm)
و بعد الاختبار (60mm)

ب- ما هو مقدار التقلص النسبي في المقطع عند القيم النهائية :

- الحل :

أ-

$$\delta\% = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100 = \frac{60 - 50}{50} \times 100 = 20$$

ب -

$$\psi\% = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100 = \frac{\frac{\pi {d_0}^2}{4} - \frac{\pi {d_i}^2}{4}}{\frac{\pi {d_0}^2}{4}} = \frac{{d_0}^2 - {d_i}^2}{{d_0}^2}$$

$$\psi\% = (1 - \frac{A_i}{A_0}) \times 100 \ldots\ldots (1)$$

من مبدأ ثبات الحجم : حجم العينة قبل الشد (V_0) = حجمها بعد الشد (V_i)

$$A_0 L_0 = A_i L_i \Rightarrow \frac{A_i}{A_0} = \frac{L_0}{L_i}$$

بالتعويض في (1) نجد :

$$\psi\% = \left(1 - \frac{L_0}{L_i}\right) \times 100$$

$$\psi\% = \left(1 - \frac{50}{60}\right) \times 100 = \frac{100}{6} = 16{,}7$$

Scanned by CamScanner

مسألة :

عند اختبار عينة من الفولاذ قطرها (10mm) كان اقصى حمل شد ($F_B = 3140\text{kg}f$) ما هو مقدار اجهاد (σ_B) عند الحمولة القصوى

الحل :

$$\sigma_B = \sigma_{uts} = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{F_{max}}{\frac{\pi {d_0}^2}{4}} = \frac{3140}{\frac{\pi 10^2}{4}} = \boxed{\frac{Kgf}{mm^2}} \quad 39,3$$

مسألة :

عينة طولها القياسي (100mm) تم اجراء الشد عليها اصبح طولها (102mm) المطلوب :

اوجد كلٍ من الانفعال الهندسي و الحقيقي

الحل :

الهندسي

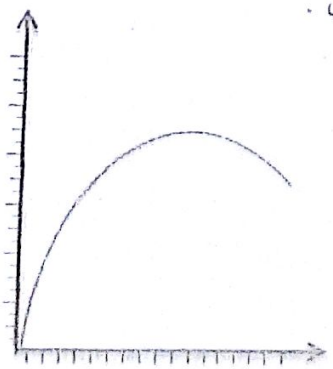
$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} = \frac{\ell_i - \ell_0}{\ell_0} = \frac{102 - 100}{100} = 2\%$$

الحقيقي

$$\lambda = \ln\left(\frac{\ell_i}{\ell_0}\right) = \ln\left(\frac{102}{100}\right) = 0.02$$

مسألة : (امتحانية)

اعطي المخطط (ε σ) الشكل التالي :



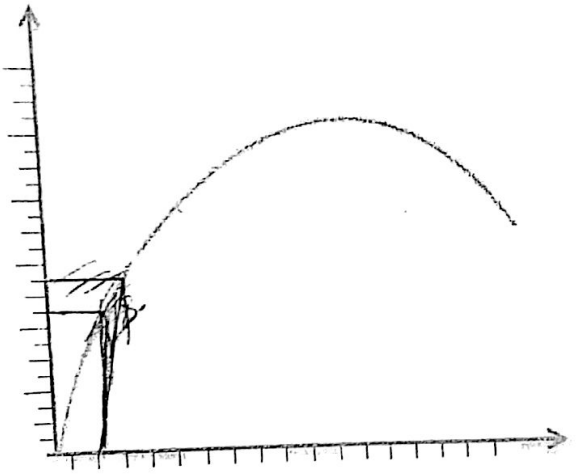
Scanned by CamScanner

المطلوب :

1) تحديد طبيعة هذا المخطط و لأي نوع من المعادن و الخلائط المعدنية يتبع و اعطي مثال عن معدن يأخذ هذا الشكل
2) تحديد حد الضمان للمادة
3) حد المتانة
4) مجال المرونة و مجال اللدونة
5) الانفعال قبل لحظة الكسر و بعد لحظة الكسر
6) دراسة قيمة الاجهاد و الانفعال عند النقطة (x) في حال تطبيق قوة شد الى هذه النقطة و من ثم رفع القوة

الحل :

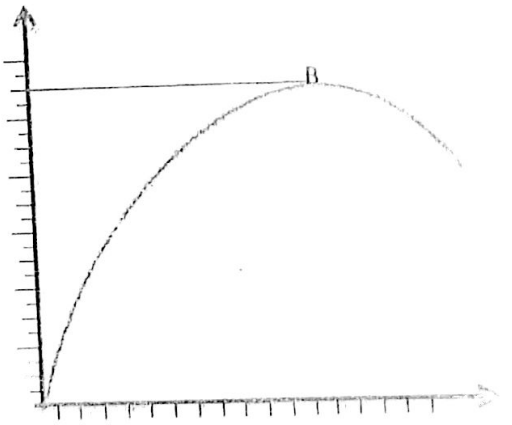
1) يتبع هذا المخطط للمعادن نصف المطيلية
المعادن التي تأخذ هذا الشكل (ألمنيوم خلائطي، نحاس اصفر، كربون متوسط نسبة الكربون)



2) اجهاد الضمان(σ_{proof}) حسب الشكل = 275

هو الاجهاد الواقع بين قيمتي انفعال ε=(0,1 0,5)%

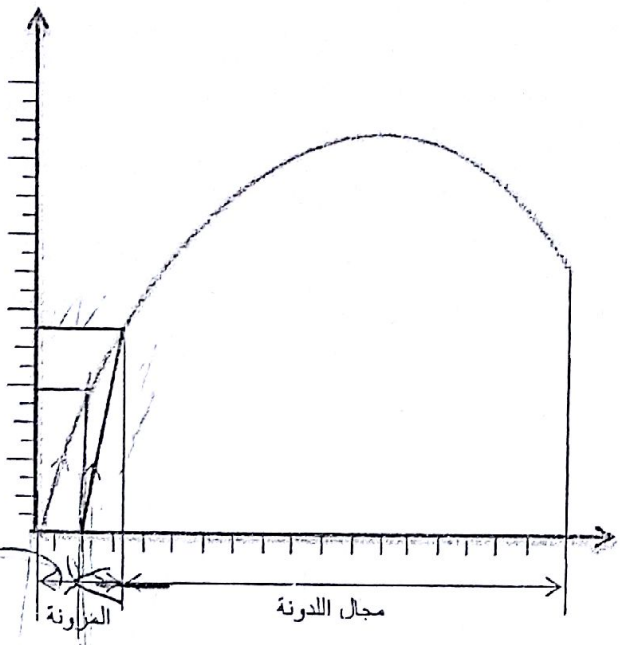
3)



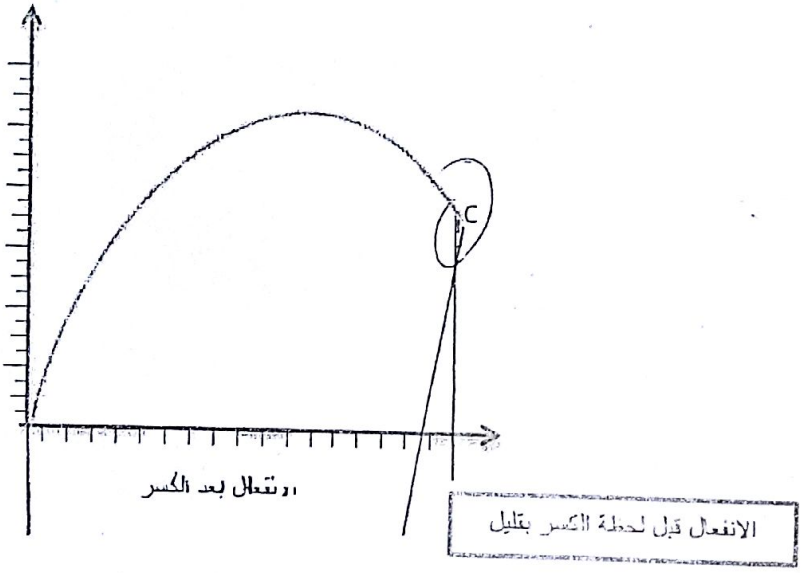
$\sigma_B = 550$

Scanned by CamScanner

(4



(5



6) في حالة التحميل :

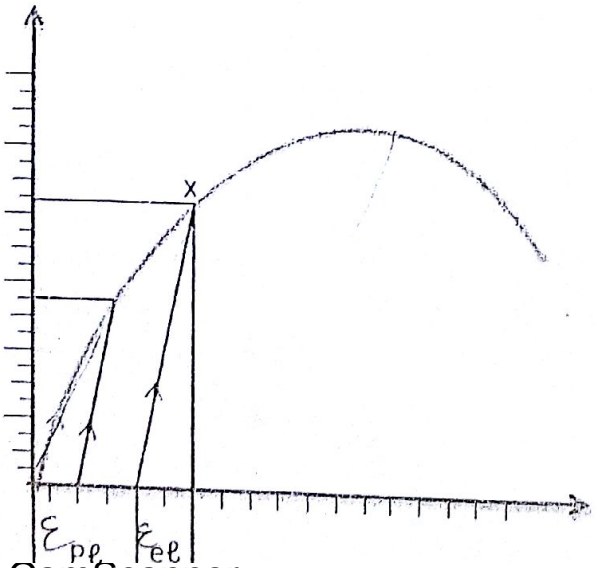
الاجهاد (σ =420)

الانفعال $\mathcal{E}_x = \mathcal{E}_{p\ell} + \mathcal{E}_{e\ell}$

ي حالة رفع الحمولة :

الاجهاد ($\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{0}{A_0} = 0$

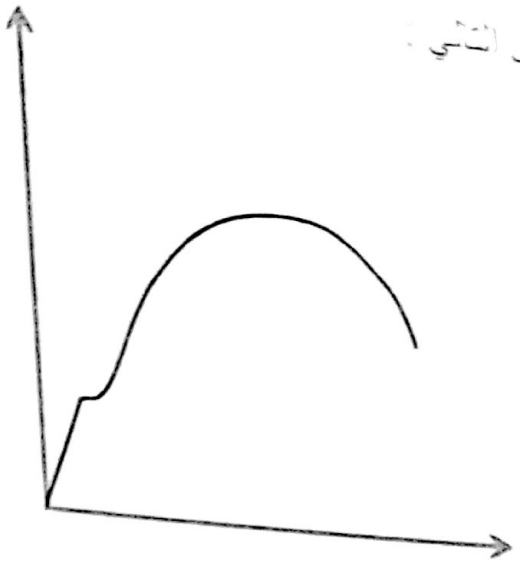
الانفعال $\Sigma_x = \Sigma_{p\ell}$



Scanned by CamScanner

مسألة :

اعطي مخطط (ε σ) الشكل التالي :



المطلوب :

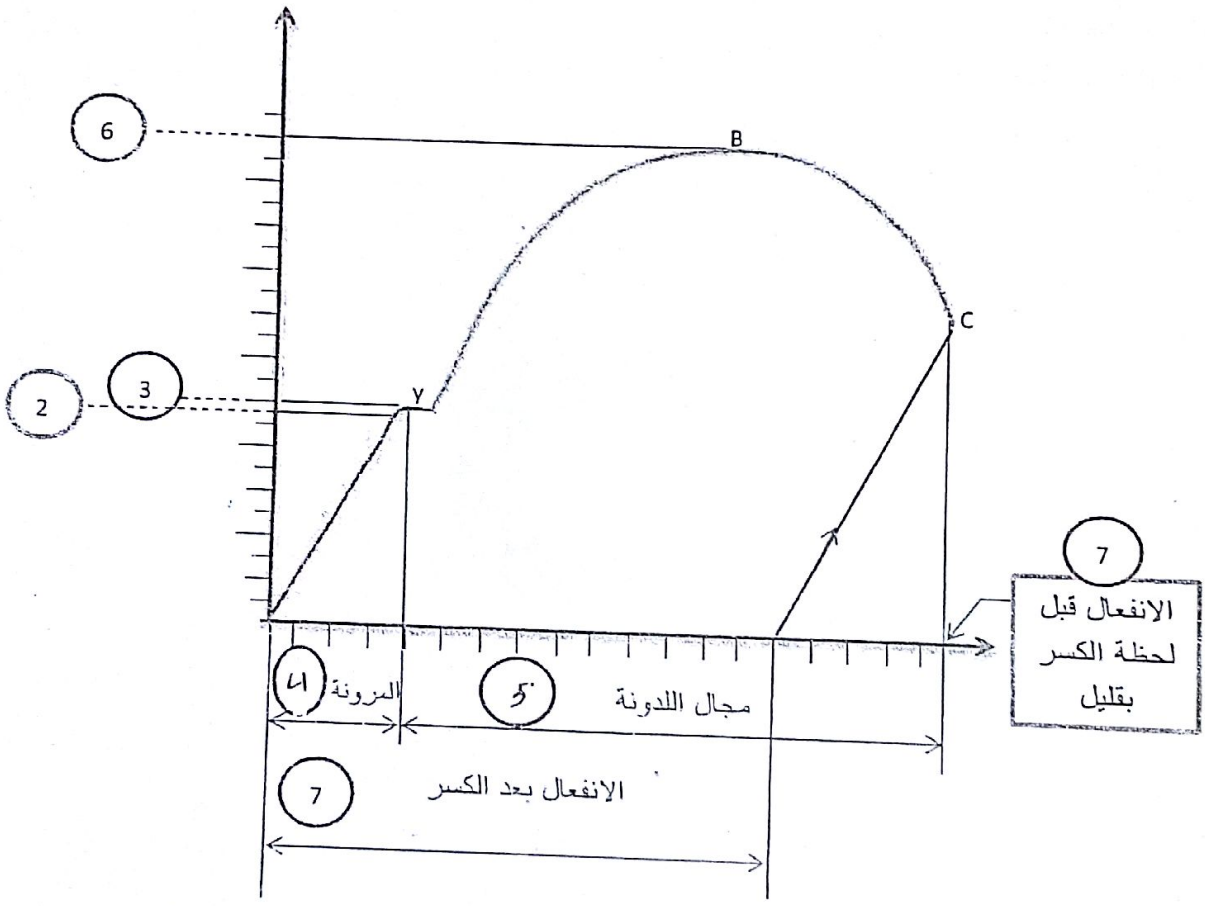
1. تحديد طبيعة هذا المخطط و لأي نوع من المعادن و الخلائط المعدنية يتبع و اعطي مثال عن معدن يأخذ هذا الشكل
2. قيمة حد الانسياب
3. حد المرونة
4. مجال المرونة
5. مجال الدونة
6. حد المتانة
7. الانفعال قبل و بعد الكسر
8. اقصى حمل تتحمله المادة علما ان - قطر العينة (10mm)

الحل :

بما ان هذه المسألة هي نفس المسألة السابقة من حيث الطلبات مع اختلاف المنحني سنقوم بحل هذه مسألة على مخطط واحد

1. هذا المخطط هو عبارة عن مخطط شد العينات من معدن مطيلي مثل النحاس الاحمر الذهب و الفضة

Scanned by CamScanner



8 . لحساب اقصى حمل تتحمله المادة

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A_0}$$

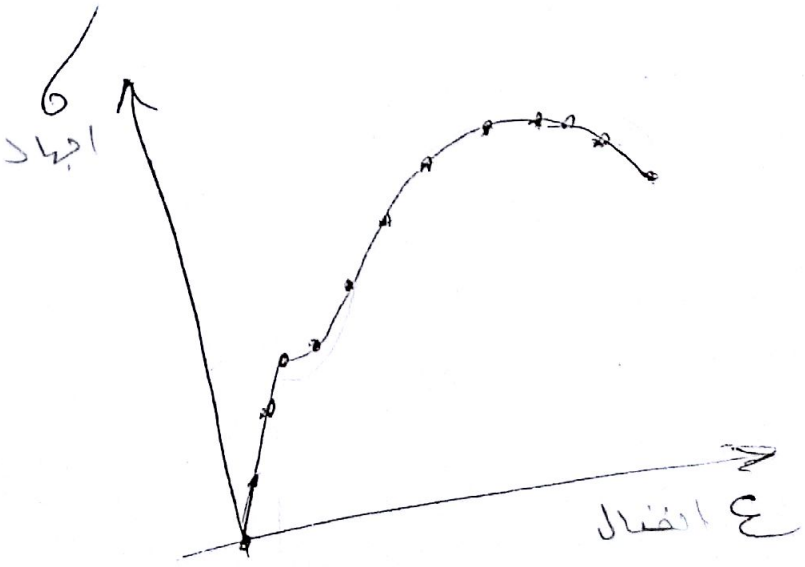
$$F_{max} = \sigma \,.\, A_0 = 550 \times \frac{\pi 10^2}{4} = 43197$$

Scanned by CamScanner

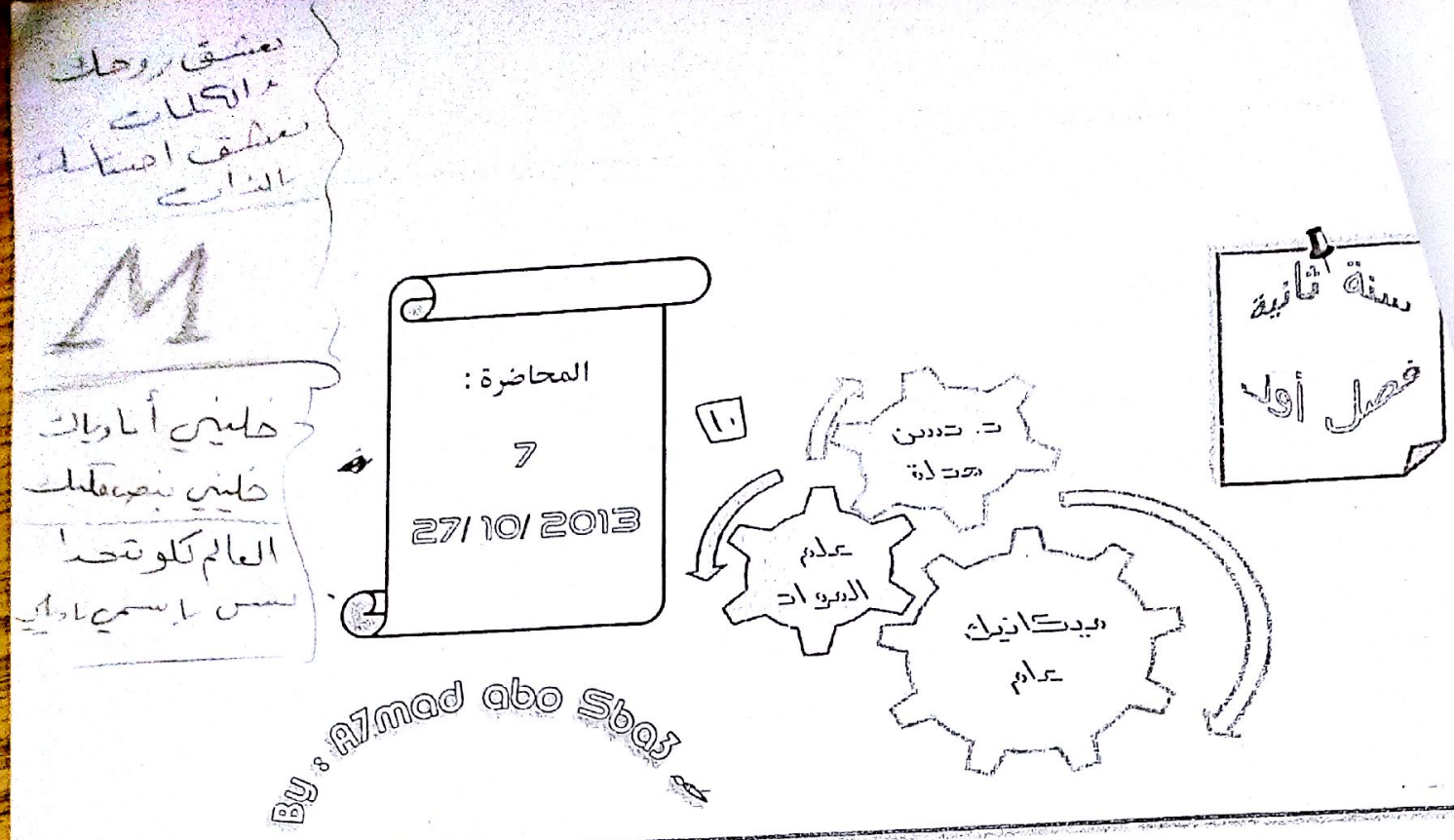
نتيجة اختبار عينة من الالمنيوم قطرها (1,25mm) كانت كالتالي :

الحمولة F (KN)	الطول القياسي (mm)	الاجهاد الهندسي $\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{F}{\frac{\pi d_0^2}{4}}$	الانفعال الهندسي (ε %) $\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} = \frac{\ell_i - \ell_0}{\ell_0}$
0	50	0	0
5	50,03	40,7	0,06
10	50,06	81,5	0,12
15	50,09	122,2	0,18
20	50,12	163,6	0,24
25	50,15	203,7	0,3
30	50,18	244,5	0,36
35,5	52	289,3	4
35,6	53	290,1	6
33,8	55,30	275,4	10,6

احسب قيمة كل من الانفعال الهندسي و الاجهاد الهندسي ثم مثل النتائج التي حصلت عليها على منحني (σ ε)



Scanned by CamScanner



اختبار الضغط

نادرا ما يستخدم هذا الاختبار من اجل الحصول على بعض العلاقات التصميمية مثل (حد المرونة للمادة او حد المتانة او حد الخضوع او نقطة الكسر.....)

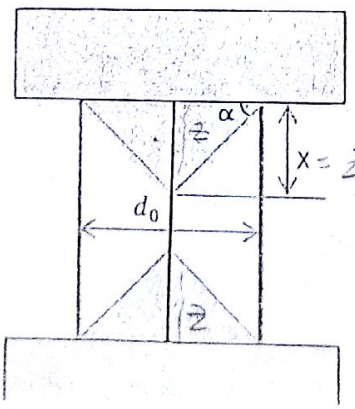
لكنه يستخدم في المواد الهشة للحكم على قابلية هذه المادة للكسر و مدى مقاومتها لتأثير الضغط الحاصل عليها

على سبيل المثال :

يستخدم اختبار قطعة من الخرسانة المسلحة لمدى مقاومتها للأحمال المؤثرة عليها الاحمال الضاغطة او استعمال قاعدة آلة مصنعة من الحديد الصب لتقدير مدى تحملها لهذه الاحمال

عينة اختبار الضغط شكلها اسطواني اكبر من عينة الشد من حيث القطر طولها (h_0) يجب ان يكون ضمن المجال $(d_0 < h_0 < 3d_0)$

الغاية من هذا الشرط انه عندما تكون $(h_0 > 3d_0)$ فإن هذا يمكن ان يسبب انحناء و انبعاج للعينة نتيجة تأثير القوة الضاغطة اما اختبار $(h_0 > d_0)$ فهذا يعود ان العينة المطبق عليها القوة يحصل عليها انزياح في الذرات يكون اعظمي عند السطح و مساويا للصفر عند محور العينة و هذا يتحقق و فقا للعلاقة التالية



$\tan\alpha = \frac{x}{\frac{d_0}{2}} = 1$ يتحقق هذا الفرض عندما $\alpha = 45$

$x = z = \frac{d_0}{2}$

Scanned by CamScanner

مقارنة :

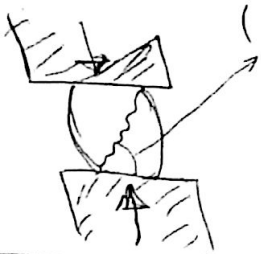
حد الانكسار عند ضغط المعادن اللدنة لا يمكن الحصول عليه ذلك لان عينة الاختبار لا تنكسر و انما تتحول العينة اسطوانية الشكل مثلا الى قرص و تبقى قوة الضغط بازدياد مستمر و لهذا فان بعض الوحدات المماثلة للانفعال النسبي و التقلص النسبي عند انكسار العينة على الشد لا يمكن الحصول عليها في حالة اختبار الضغط

عينة لدنة

ومنحنيات (ε σ) لميزات الضغط :

✓ اختبار الضغط على عينة هشة

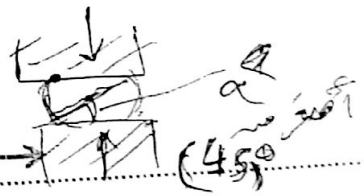
☒ الكسر يحدث عند زاوية تتراوح بين (55 – 65)°



0
6
2
8
24
1,3
36
4
6
0,6

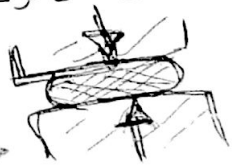
✓ عينة نصف مطيلية

☒ الكسر يحدث عند زاوية أصغر من (45)



✓ عينة مطيلية

☒ تصبح على شكل قرص نتيجة تأثير الضغط



Scanned by CamScanner

اهم العلاقات المستنتجة من اختبار الضغط :

- الانفعال الهندسي :

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{h_0 - h_i}{h_0} = 1 - \frac{h_i}{h_0}$$

وحسب مبدأ ثبات الحجم : أي ان حجم العينة قبل الضغط = حجمها بعد الضغط

$$V_0 = V_i \Rightarrow A_0 . h_0 = A_i . h_i \Rightarrow \frac{h_i}{h_0} = \frac{A_o}{A_i}$$

$$① \quad \varepsilon = 1 - \frac{h_i}{h_0} = 1 - \frac{A_0}{A_i}$$

- الانفعال الحقيقي :

$$② \quad \lambda = \ln\left(\frac{h_i}{h_0}\right) = \ln\left(\frac{A_0}{A_i}\right)$$

- الاجهاد الهندسي :

$$③ \quad \sigma = \frac{F}{A_0}$$

- الاجهاد الحقيقي :

$$④ \quad \sigma_i = \frac{F}{A_i} = \frac{\frac{F}{A_0}}{\frac{A_i}{A_0}} = \sigma \cdot \frac{A_0}{A_i} = \sigma\,(1 - \varepsilon)$$

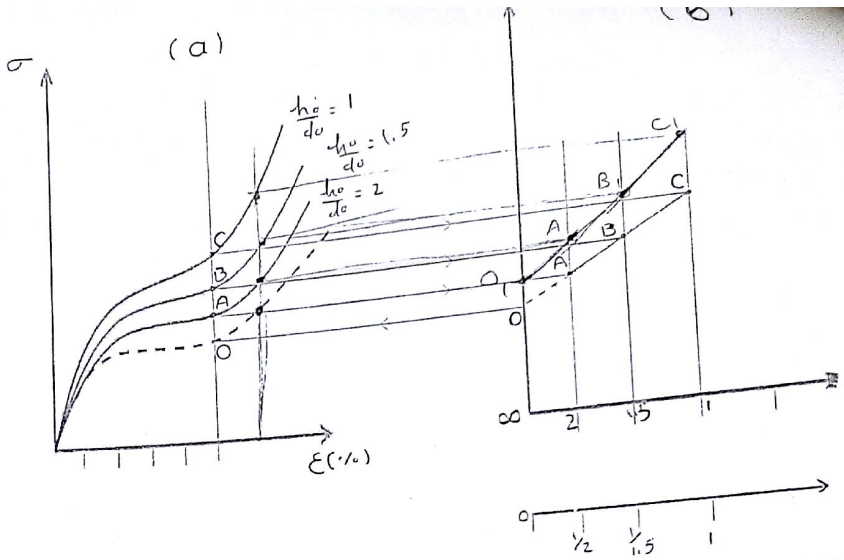
سؤال امتحاني : ارسم منحني (σ-ε) لعينة لا نهائية الطول

الحل :

ارسم منحني (σ ε) لعينة لا نهائية الطول نختار العديد من العينات (ثلاث عينات فرضا) نسبتها ($\frac{h_0}{d_0} = 1$, $\frac{h_0}{d_0} = 1{,}5$, $\frac{h_0}{d_0} = 2$)

ان السبب في تصور العينة اللانهائية في الطول و البحث عن منحني الضغط لهذه العينة هو محاولة التخلص من تأثير الاحتكاك الحاصل بين نهايتي العينة و الرؤوس الضاغطة في نتائج القياس

Scanned by CamScanner



ملاحظة :

يجب ان لا تكون النسبة

$(\frac{h_0}{d_0} \leq 1)$

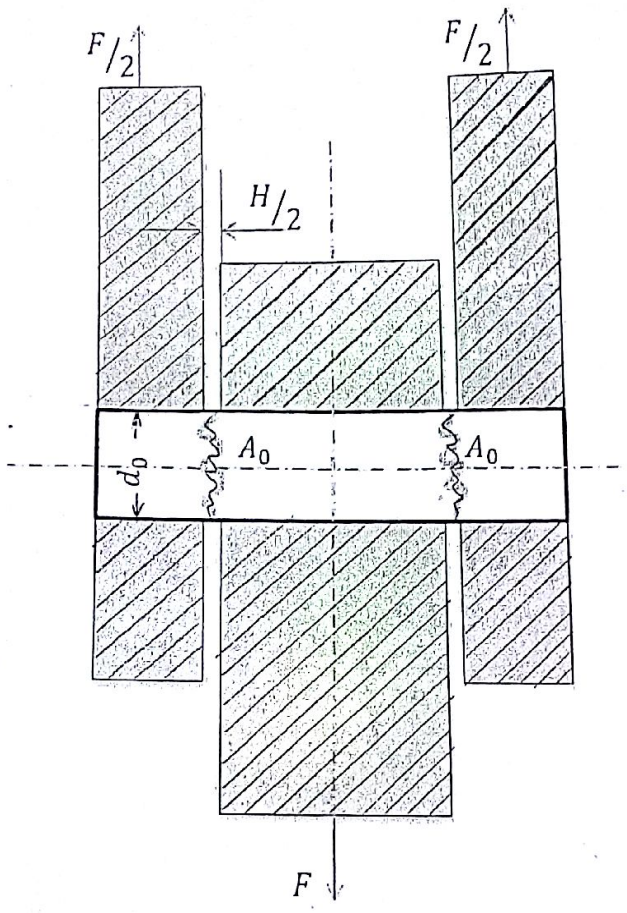
حتى لا يتلامس المخروطان الخاملان كما انه لا يجب ان لا تزيد هذه النسبة عن (3) بكثير حتى لا تظهر في العينة اجهادات جانبية تؤثر في نتائج التجربة (أي حتى لا يحصل انبعاج في العينة)

من المخطط (a) نختار على المحور الافقي قيمة معينة للانفعال النسبي (50% مثلا) ثم نرفع من النقطة الدالة على هذه القيمة خطا شاقوليا فيقطع هذا الخط منحنيات سغط في (A B C) فاذا قمنا بنقل قيمة هذه الاجهادات الى مخطط بياني آخر (b) أخذت فيه قيمة الاجهاد بتابعية النسبة المعطاة $(\frac{h_0}{d_0})$ فاننا نحصل على المنحني المبين في خطط (b) و الذي يمر بالنقاط (A B C) الموجودة في المخطط (b) و بتمديد هذا المنحني حتى يقطع المحور الشاقولي نحصل على قيمة الاجهاد الذي يسبب الانفعال نفسه في العينة اللانهائية في الطول و هي (0) و بتمديد هذه النقطة الى الخط الشاقولي المرسوم في المخطط (a) نحصل على النقطة (O) في (a) و هي نقطة من المنحني مطلوب رسمه و بتكرار هذه العملية مرتين على الأقل بأخذ قيم انفعال جديدة من الشكل (a) يتكون لدينا ثلاث نقاط من المنحني المطلوب رسمه عندها نستطيع رسم المنحني المطلوب المثل لعينة لانهائية الطول .

ظة : هنا في هذا الشكل قمت برسم المنحني من نقطة وحيدة حتى تتوضح عملية الرسم و التمديد و كي لا يصبح الشكل معقد اما الطريقة الصحيحة فهي رسم المنحني بعد

Scanned by CamScanner

✕اختبار القص :



يجري اختبار القص على العينات من قطع الآلات المعرضة لإجهادات في ظروف مشابهة مثل المسامير، الاوتاد، الخوابير و غيرها, يجري الاختبار على نفس آلة الشد بعد تغيير الفكوك الخاصة باختبار الشد

تحسب مقاومة القص من خلال العلاقة

$$\tau = \frac{F_{max}}{2A_0}$$

لو كان في آلة القص يوجد مسمارين لأصبح القانون

$$\tau = \frac{F_{max}}{4A_0}$$; A_0 : مساحة المقطع العرضي للمسمار او للعينة و هي تتبع لشكله

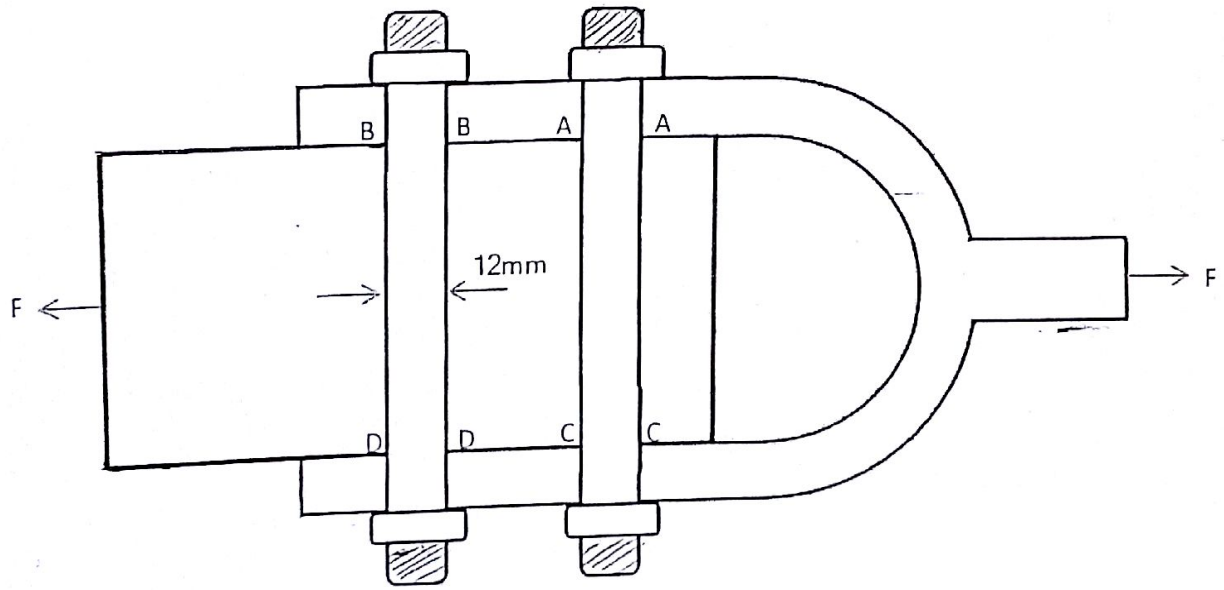
τ : مقاومة القص

Scanned by CamScanner

مسألة :

لدينا الوصلة الميكانيكية التالية و لنفرض ان قوة التحميل (90 kn) و هي ممثلة لقوى التحميل حتى القص فإذا كان قطر البرغي (12mm)

حدد القيمة المتوسطة لإجهاد القص الذي يحصل في المقاطع العرضية (AA BB CC DD)



الحل :

$$\tau = \frac{F_{max}}{4A_0} = \frac{90}{\frac{4\pi(12)^2}{4}} = 0{,}1989 \ kn/mm^2$$

^ _ ^ THE END

Scanned by CamScanner

فصل أول

المحاضرة :

8

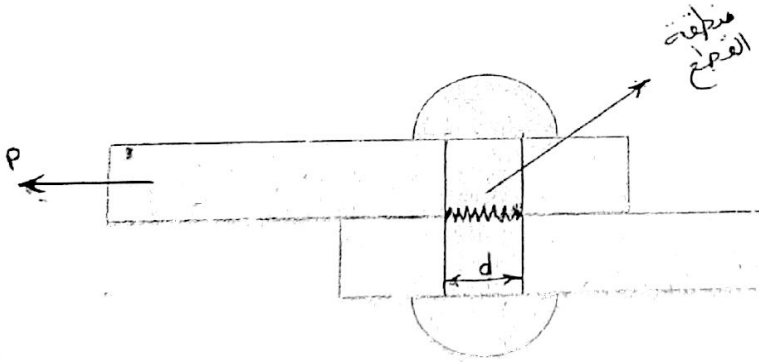
3/ 11/ 2013

By : Ahmad abo Sbaa

مسألة من الدرس السابق (اختبار القص):

لدينا مسمار تبشيم واحد استخدم لوصل صفيحتين كما هو موضح بالشكل اذا كان قطر المسمار (D=20mm) و قيمته الحمل المطبق (P= 30 KN) ما قيمة اجهاد القص الوسطي الذي يخضع له المسمار التبشيم

الحل :



$$\tau = \frac{P}{A_0} = \frac{30\times10^3}{\frac{\pi(20)^2}{4}} = 95{,}5 \ \frac{N}{mm^2}$$

اختبار الانحناء

يعد احد الاختبارات الستاتيكية الهامة و ذلك للأسباب التالية :

- من خلال تأثير قوى صغيرة على عينة الاختبار نحصل على تدلي كبير يفيدنا في الحصول على قيم تصميمية
- عينة اختبار الانحناء لا تحتاج الى تحضير مسبق مثل عينة الشد و عادة تؤخذ بمقطع دائري طولها (600mm) و قطرها (30mm)
- من خلال اختبار الانحناء يمكننا ايجاد علاقة تربط ما بين التدلي و بين الاجهاد المطبق
- الة اختبار الانحناء هي نفسها آلة اختبار الشد بعد اجراء بعض التعديلات عليها

Scanned by CamScanner

ة اجراء الإختبار؟

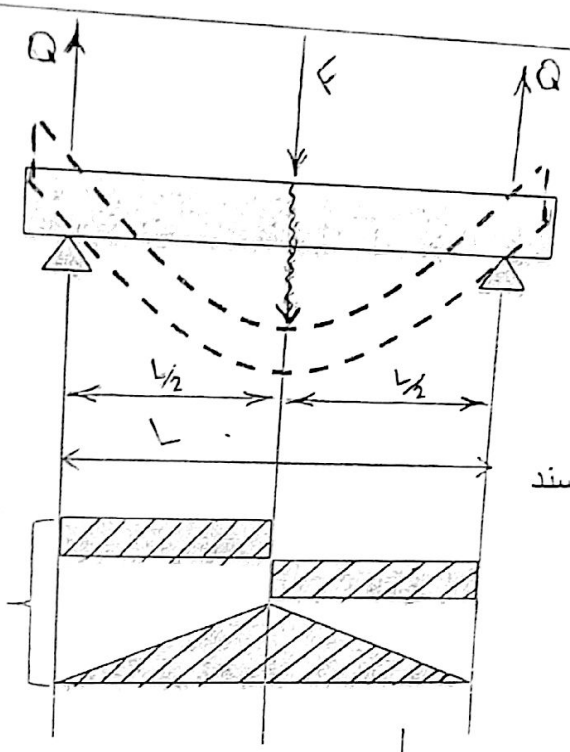
$\Sigma F = 0$

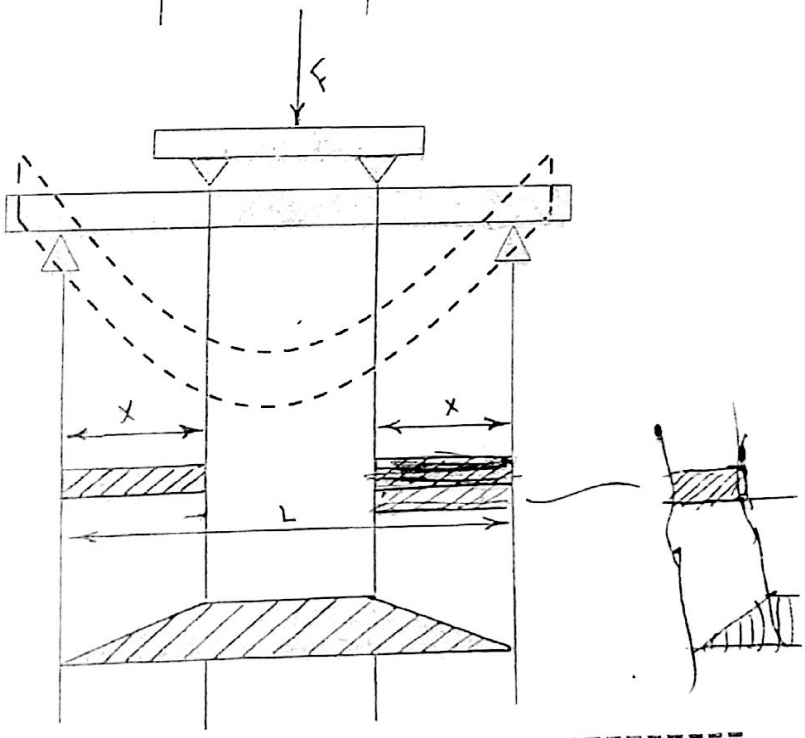
$\Rightarrow 2Q - F$

Q قيمة رد الفعل كل مسند

( ) تدلي او سهم الانحناء نرمز له بـ (f) و عند القيمة العظمى (f_{max})

مخطط القوى الناظمية و هي ليست مطلوبة حاليا و انما تعطى بالتفصيل في مقاومة المواد في الفصل الثاني





جهاد الحاصل نتيجة الانفعال يعطى بالعلاقة :

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{\omega}$$

(ω) عزم المقاومة القطبي

ω للمقطع الدائري

ω للمقطع المستطيل

Scanned by CamScanner

(M_{max}) هي قيمة العزم الاعظمي المطبق نكتسبه من خلال اخذ قيمة العزوم عند النقطة (C)

$$\Sigma M_c = \frac{F}{2} \times \frac{\ell}{2} = \frac{F\,\ell}{4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{F \cdot {}^{l}/_{4}}{\frac{\pi d^3}{32}} = \frac{8F \cdot l}{\pi d^3}$$ حالة قطع دائري لعينة الاختبار

قيمة التدلي او سهم الانحناء الاعظمي يحسب وفق القانون :

$$f_{max} = \frac{1}{48} \times \frac{FL^3}{EI}$$

حيث (I) العطالة المحوري و (F) القوة المطبقة و (L) طول العينة بين المسندين و (E) معامل المرونة للمادة

$$I = \omega \frac{d}{2} = \frac{\pi d^3}{32} \cdot \frac{d}{2} = \frac{\pi d^4}{64}$$ للمقطع الدائري

$$I = \omega \frac{a}{2} = \frac{ba^2}{6} \cdot \frac{a}{2} = \frac{ba^3}{12}$$ للمقطع المستطيل

$$f_{max} = \frac{1}{48} \times \frac{Fl^3}{El} = \frac{1}{12} \cdot \frac{\frac{Fl}{4} \cdot l^2}{E\omega\frac{d}{2}}$$

$$f_{max} = \frac{1}{12} \times \frac{2l^2\sigma_{max}}{Ed} = \frac{1}{6} \cdot \frac{\sigma_{max}\, l^2}{Ed}$$

العلاقات الهامة التي تربط بين سهم الانحناء و بين الاستطالة في حالة الشد :

$$\sigma_{max} = E\,\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} E \quad \Rightarrow \quad \Delta L = \frac{\sigma_{max}\, L}{E}$$

Scanned by CamScanner

العلاقة التي تربط بين اختبار الانحناء و الشد :

$$\frac{f_{max}}{\Delta L} = \frac{\frac{1}{6}\frac{\sigma_{max} L^2}{E\, d}}{\sigma_{max} L/E} = \frac{L}{6d}$$

و بما ان طول عينة الاختبار على الانحناء (600mm) و قطرها (30mm) تصبح العلاقة مساوية :

$$\frac{f_{max}}{\Delta L} = \frac{L}{6d} = \frac{600}{6 \times 30} = 3{,}333$$

أي ان اختبار الانحناء يؤدي الى انفعال بالعينة قيمته (3,333) من الانفعال الحاصل نتيجة الشد

كما نعلم فإن عينة الشد لا يتجاوز طولها (100mm) هذا يؤدي ان قيمة الانفعال الحاصل نتيجة الانحناء يساوي (20) ضعفا عنه نتيجة الشد

و بالتالي يفضل استخدام اختبار الانحناء للحصول على بعض القيم التصميمية بدل من استخدام اخبار الشد

غالبا يستخدم اختبار الانحناء حتى الكسر للمواد الهشة بينما يدرس ضمن مجال المرونة للمواد الطرية و نصف المطيلية والمرنة .

العلاقات الاخرى الممكن استنتاجها من علاقة الانحناء :

- قيمة معامل المرونة (E) من علاقة سهم التدلي :

$$f_{max} = \frac{1}{6} \times \frac{L^2 \sigma_{max}}{Ed} \qquad E = \frac{\sigma_{max} L^2}{6 f_{max} d}$$

- قابلية المادة للانحناء(Ø) :

$$\emptyset = \frac{f_{max}}{L} \times 100$$

- معامل الانحناء للمادة (C_b) :

$$C_b = \frac{\sigma_b}{\sigma_t}$$

Scanned by CamScanner

الحامل شكله

لمعام

مسألة :

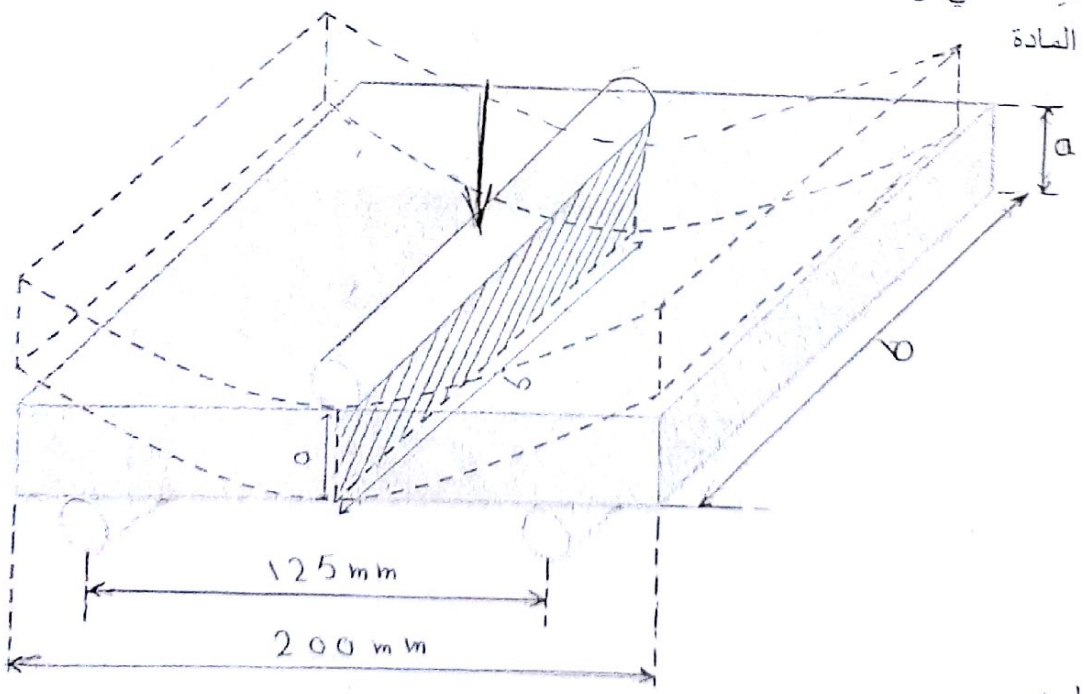
مقواه بالألياف الزجاجيه

قوة تحمل الثني (الإنحناء) لمادة مركبة مقادة من الياف زجاجية ($\sigma_{max} = 315 \frac{MN}{m^2}$) و معامل الثني ($E = 124 \frac{GN}{m^2}$)

العينة هي عبارة عن جائز عرضه (12mm) ارتفاعه (9,5mm) طوله (200 mm) تم سندها بين مسندين اسطوانيتين المسافة بينهما (125mm)

المطلوب :

1) تحديد قيمة القوة المطلوبة لكسر المادة
2) قيمة التدلي او الانحناء عند الكسر و ذلك بافتراض عدم وجود أي تشوهات لدنة حاصلة في المادة



الحل :

$$\Rightarrow \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W} = \frac{\frac{F.L}{4}}{\frac{b.a^2}{6}}$$

$$\sigma_{max} = \frac{3.F.L}{2b.a^2}$$

$$\Rightarrow F = \frac{2.b.a^2.\sigma_{max}}{3.L}$$

$$F = \frac{2 \times 12 \times (9.5)^2 \cdot 315}{3 \times 125} = 1815\ N$$

$$\sigma_{max} = 315 \frac{MN}{m^2}$$

$$\sigma_{max} = 315 \times \frac{10^6}{10^6} \frac{N}{mm^2}$$

$$E = 124 \frac{GN}{m^2}$$

$$E = 124 \times \frac{10^9}{10^6} \frac{N}{mm^2}$$

Scanned by CamScanner

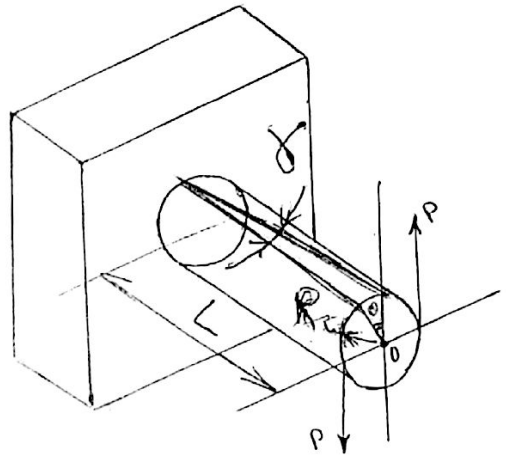
$$f_{max} = \frac{1}{48} \cdot \frac{F \cdot L^3}{E \cdot I}$$

$$= \frac{1}{48} \times \frac{F \cdot L^3}{E \cdot \frac{ba^3}{12}}$$

$$f_{max} = \frac{1}{48} \cdot \frac{1815 \times (125)^3}{124 \times 10^3 \times \frac{12 \times (9,5)^3}{12}}$$

$$= 0,7 \text{ mm}$$

اختبار الفتل



ري اختبار الفتل على آلة اختبار خاصة و عادة تؤخذ عينة اختبار الفتل اسطوانية الشكل حيث يتم
يت احد طرفيها و التأثير على الطرف الآخر بعزم فتل قيمته (M_{Pxd}) مما يؤدي الى حدوث
مال في هذه العينة يكون اعظمي عند السطح و يتناقص باتجاه المحور

$M = P \times d$

$$\gamma = \frac{R}{L} \cdot \theta$$

الانفعال الحاصل بالعينة نتيجة الفتل

طول عينة الاختبار

نصف قطر عينة الاختبار

زاوية الفتل

لانفعال يؤدي الى اجهاد بالعينة قيمته في حالة المرونة

Scanned by CamScanner

G : معامل المرونة حال الفتل و هو يساوي (G=0,38E) و τ : قيمة الاجهاد الحاصل بالعينة

و يعطى قيمة الاجهاد بالعينة عند تجاوز مرحلة المرونة بالعلاقة

$$\tau_{max} = \frac{M_{max}\ R}{J}$$

J : عزم العطالة القطبي و يساوي $J = \frac{\pi d^4}{32}$ حالة مقطع دائري مصمت

و $J = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32}$ حالة مقطع حلقي

يجري اختبار الفتل حتى الكسر في حال العينة من معادن هشة بينما يكتفى بدراسته خلال مرحلة المرونة بالعينات المطيلية وبعض المطيلية .

مسألة هامة :

جائز معدني تؤثر عليه بعزم فتل قدره (60) فإذا كان قطر الجائز (30mm)

المطلوب :

1. حساب قيمة الاجهاد الاعظمي المطبق على سطح الجائز
2. ايجاد قيمة الانفعال الحاصل بالعينة نتيجة الفتل اذا كان طول العينة (300mm) و كانت قيمة زاوية انفعال العينة (راديان 0,5 =30°) على سطح العينة
3. الانفعال عند محور العينة

الحل :

1. $\tau_{max} = \frac{M_t\ R}{J} = \frac{M_t\ R}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{60\times10^3\times15}{\frac{\pi(30)^4}{32}} = 20371{,}8\ \frac{MN}{mm^2}$
2. راديان $\gamma = \frac{R}{L}\cdot\theta = \frac{15}{300}\cdot 0{,}5 = 0{,}025$
3. الانفعال عند محور العينة يساوي الصفر لان زاوية الفتل تساوي الصفر

☺ THE END

1435/1/2

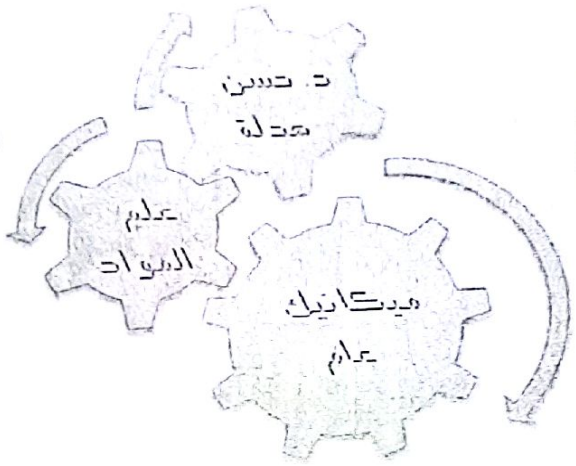
ملاحظة :

اصدقائي الكرام أحيطكم علماً و عذراً ان محاضرتي علم المواد القادمتين (9 و 10) سيتأجل تنزيلهم الى 20/11/2013 ان شاء الله و ذلك بسبب التحضير لمذاكرة التحريك ☺ و شكرا لتفهمكم

Scanned by CamScanner

سنة ثانية

فصل أول



المحاضرة :

10+9

7/ IV 2013

By : Ahmad abo Sbar

الى من يهمه الامر :

نقلا عن الدكتور حسن ان محاضرات هذا الاسبوع هي آخر محاضرات قسم الدكتور حسن . كما أكد الدكتور على ضرورة حضور المحاضرات الثلاث القادمة لما لها من اهمية في امتحان المادة الا قد بلغت .....

اختبار القساوة

هي عبارة عن المقاومة التي تبديها مادة ضد تغلغل مادة اخرى داخلها (أي المقاومة ضد الخدش , المقاومة ضد عمليات التشغيل , مقاومة التآكل الحتي ....)

اختبار القساوة يمكن ان يكون ستاتيكي او ديناميكي و يعتبر من الاختبارات اللاتلافية لان القطعة المختبرة يمكن ان تعاد الى عملها دون ان يؤدي دلك لإتلافها

أهم اجزاء هذه الالة :

الطاولة (g) الحاملة للقطعة المقيسة

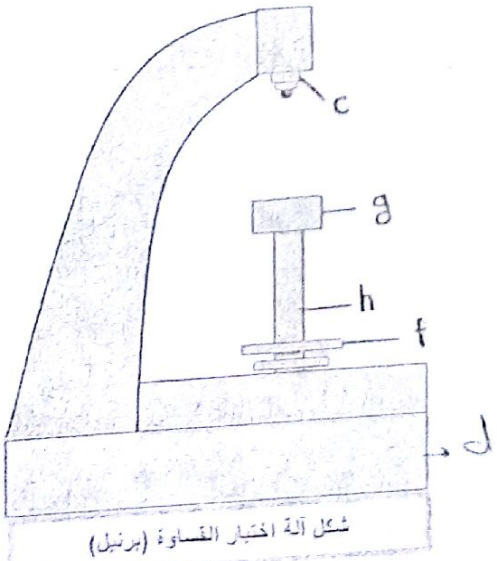
و هي قرص مستو يحمله عمود شاقولي لولبي (h)

يمكن رفعه او خفضه حسب الحاجة

بتدوير القرص (f) , و الراس الحامل للكرة

المنغمسة (c) و الذي يؤمن له القوة الضاغطة

اتصاله بقرص مكبس هيدروليكي (d)



شكل آلة اختبار القساوة (برنيل)

ASH7

Bilal M

Scanned by CamScanner

تقاس القساوة بجميع اجهزة القياس بنفس المبدأ و هي اعتبار حمل مؤثر على كرة او مخروط او هرم و دراسة مقدار الانغماس داخل القطعة المختبرة

$$\text{القساوة} = \frac{\text{الحمل المؤثر}}{\text{مساحة المقطع العرضي للانغماس}}$$

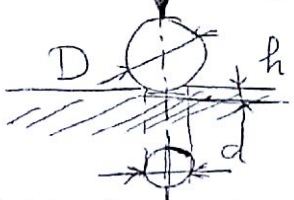
سطح الانغماس

$[0.625 \times 125 \sqrt{2.5}, 625, 10]\,mm$

اهم طرق قياس القساوة الستاتيكية (سؤال دورة) :

☒ طريقة برنيل :(HB)

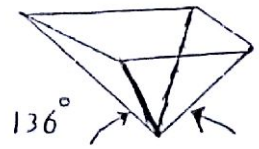
و هي من اقدم طرق قياس القساوة تستخدم كرة فولاذية ذات اقطار مختلفة يرمز لها (HB) الحمل المطبق قيمته بين Kgf (1 — 3000)



الانغماس (قطاع دائري)

☒ طريقة فيكرز :(HV)

استعاض عن الكرة الفولاذية المستخدمة بطريقة برنيل بهرم رباعي زاويته الرأسية (136°)



الحمولة المطبقة تتراوح بين Kgf (5 — 120) (Hardneess Vickers) و يرمز له (H.V)

☒ طريقة روكويل :(HR)

ما يعيب اختبار برنيل و فيكرز هو الحاجة للعودة الى الجداول المرفقة بالآلة لحساب القساوة اما طريقة روكويل يمكن من خلالها قياس القساوة مباشرة على مؤشر موجود على الجهاز

يرمز لها (HR) ويمكن ان تأخذ التسميات التالية :

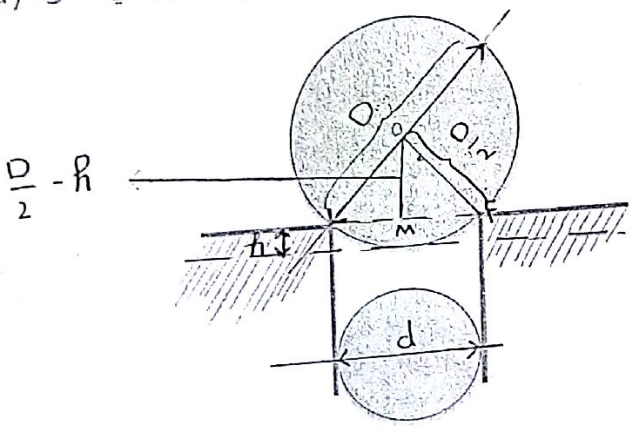
- (HRb) :عندما يتم استخدام كرة قطرها $(1/16)$ من الانش و في هذه الحالة التحميل (100kgf)
- (HRc) عندها يستخدم مخروط زاويته الراسية (120°) الحمل (150 kgf)
- (HRa) عندها يمكن استخدام مخروط زاويته (120°) الحمل مقداره (60kgf)

Scanned by CamScanner

❁ طريقة برنيل لقياس القساوة الستاتيكية

تعد طريقة برنيل من اقدم الطرق لقياس القساوة تعمد على مبدأ استخدام كرة فولاذية ذات اقطار (D= 0.625 , 1.25, 2.5 , 5 , 10)mm

يتم التأثير بحمل على هذه الكرة على سطح قطع معدنية مراد اختبارها مما يؤدي الى حصول انغماس داخل هذه القطعة مقداره (h) و يكون هذا الانغماس على شكل قطاع مخروطي قطره (d)



تحسب قساوة برنيل من العلاقة

$$HB = \frac{F}{A}$$

$A = \pi Dh$ مساحة قطاع كروي

(D) قطر الكرة الفولاذية القساة

(h) مقدار الانغماس

تحسب قيم (h) من المثلث (OMF) القائم الزاوية

$$HB = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi Dh}$$

من المثلث (OMF)

$$\frac{D^2}{2} = \frac{d^2}{2} + (\frac{D}{2} - h)^2 \implies \frac{D}{2} - h = \sqrt{\frac{D^2}{2} - \frac{d^2}{2}}$$

$$\implies h = \frac{D}{2} - \sqrt{(\frac{D^2}{2}) - (\frac{d^2}{2})} = \frac{1}{2}[\, D - \sqrt{D^2 - d^2}] = \frac{D}{2}[1-\sqrt{1-(\frac{d^2}{D})}]$$

بالتعويض :

$$HB = \frac{F}{\pi Dh} = \frac{2F}{\pi D^2[1-\sqrt{1-(\frac{d^2}{D})}]}$$

ASH

Bilal M

Scanned by CamScanner

مسألة

عندما اجري اختبار برنيل للصلابة (القساوة) على عينة فولاذ استخدمت كرة من الفولاذ المقسى قطرها (10mm) و كان الحمل المستعمل (F=300 Kgf) و عند قياس قطر الاثر الناتج على السطح و جد انه يساوي (d=3.5mm)

المطلوب :

من المعلومات المعطاة اوجد رقم برنيل للصلابة لذلك الفولاذ

الحل :

$$HB = \frac{2F}{\pi D^2[1-\sqrt{1-(\frac{d^2}{D})}]} = \frac{2\times300}{\pi 10^2[1-\sqrt{1-(\frac{3.5^2}{10})}]} = 302\ Kgf$$

اجهد خضوع المادة $\sigma_{uts} = 3.45\ HB = 3.45 \times 302 = 1041.9\ MPa$

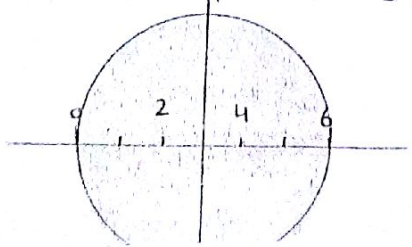
ميزات و مساوئ طريقة برنيل للقياس :

- لا يمكن بهذه الطريقة قياس القساوة التي تزيد عن (400 HB) حيث ان الكرة يحصل فيها تشوه عند قياس قساوات اعلى من هذه القيمة و في حالات خاصة استخدم كرة من كربيد التنجستين (W_3C) التي تم من خلالها التوصل لقياس قساوات حتى (650 HB) قبل استخدام الطرق الاخرى لقياس القساوات
- يجب ان يكون السطح المراد قياس قساوته مستوي و نظيف لا يحوي على أي اكسدة او اوساخ
- لا يمكن من خلال طريقة برنيل قياس قساوة الصفائح الرقيقة و يجب ان لا يقل سمك القطعة المراد اختبارها عن عشرة اضعاف قيمة التغلغل (h) و بالتالي فان طريقة برنيل تعد طريقة قياس القساوة الداخلية للمعدن و ليس قياس القساوة السطحية
- يجب ان يكون مقدار قطر الانغماس ($0.25D \le d \le 0.5D$)

السبب في ان يكون ($0.25D \le d$) حتى نستطيع ان نقيس اثر الانغماس الحاصل بالقطعة

و السبب في ان يكون ($d \le 0.5D$) حتى لا يحدث تشوه بالقطعة المراد اختبارها

يتم قياس قيمة قطر الاثر (d) و ذلك باستخدام المجهر الضوئي و الميكرو متر



Scanned by CamScanner

كما يتم القياس للطبعة (الانغماس) بقيمتين متعامدتين ونأخذ الوسطي لهذه العلاقة

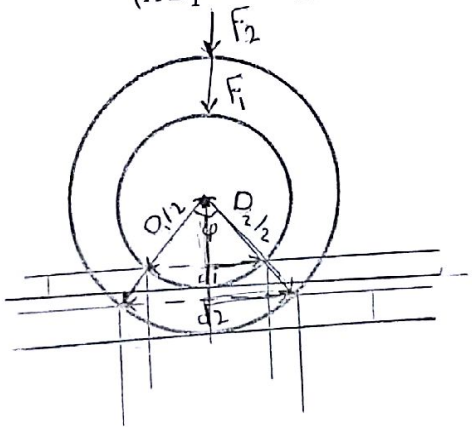
هناك علاقة تربط ما بين قيمة القساوة و ما بين حد المتانة للمادة و هي علاقة تجريبية

$$(\sigma_{uts} = 3.45\ HB\ Mpa)$$

يضاف للمسألة السابقة احسب قيمة حد المتانة للمادة

$$(\sigma_{uts} = 3.45\ HB = 3.45 \times 302 = 1041.9\ Mpa)$$

حتى يتم الحصول على قيمة القساوة باستخدام كرتين مختلفتين لا بد من تحقق رابط ضمن اعدادات تصميم الجهاز بحيث يحقق شرط $(HB_1 = HB_2)$



$$\sin\frac{\varphi}{2} = \frac{d_2/2}{D_2/2} = \frac{d_1/2}{D_1/2} \Longrightarrow \sin\frac{\varphi}{2} = \frac{d_2}{D_2} = \frac{d_1}{D_1}$$

بالتعويض في قانون (HB)

$$\Longrightarrow HB = \frac{2F}{\pi D^2[1-\sqrt{1-\frac{d^2}{D}}]} \Longrightarrow \frac{2F_1}{\pi {D_1}^2[1-\sqrt{1-\frac{{d_1}^2}{{D_1}^2}}]} = \frac{2F_2}{\pi {D_2}^2[1-\sqrt{1-\frac{{d_2}^2}{{D_2}^2}}]}$$

$$\frac{F_1}{{D_1}^2} = \frac{F_2}{{D_2}^2} \Longrightarrow \frac{F}{D^2} = const = \beta$$

قيمة هذا الثابت تتعلق بنوع المعدن المراد اختباره :

$\beta = 2.5$ للمعادن الطرية (قصدير , فضة , رصاص)

Scanned by CamScanner

$\beta = 5$) للألمنيوم النقي و النحاس النقي

$\beta = 10$) للألمنيوم الخلائطي

$\beta = 30$) الفولاذ و خلائطه

.....

ⓘ مسألة احسب القوة الواجب تطبيقها لقياس

اختبر قساوة لوح من الفولاذ علما ان قطر كرة برنيل (10mm)

$F = \beta \times D^2$ $\quad F = 30 \times 10^2 = 3000\ Kgf$

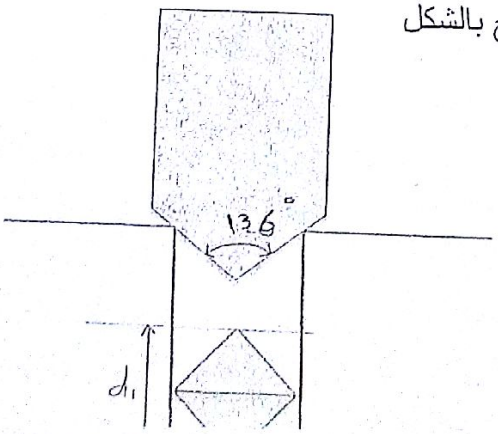
.....

ملاحظة :

يجب اثناء قياس برنيل اخذ عدة قياسات بأماكن متباعدة من قطعة الاختبار بعيدا عن جوانب القطع المختبرة و من ثم اخذ متوسط هذه القيم لامكانية وجود فراغات بالعينة

طريقة فيكرز لقياس القساوة الستاتيكية :

- ما يعيب طريقة برنيل لقياس القساوة هو عدم امكانية قياس قساوات الصفائح الرقيقة او قياس قساوة الطبقة السطحية المغلفنة لمادة ما
- كما انه بطريقة برنيل لا يمكن قياس القساوات العالية اضافة الى ان طريقة برنيل تعطي انغماس بالمادة قد يعيب او يشوه عملها
- لذا استعيض عن طريقة فيكرز حيث استخدم هرم رباعي زاويته الرأسية (136°) بدل الكرة الفولاذية
- هذا ادى الى امكانية قياس قساوات تصل الى (1000 HV) و امكانية قساوة الصفائح الرقيقة
- سبب استخدام مخروط زاويته الرأسية (136°) للحصول على انغماس مسقطه بشكل مربع او معين كما هو موضح بالشكل



Bilal M

Scanned by CamScanner

تعطى قيمة قساوة فيكرز و فق القانون التجريبي :

$$HV = 1.8544 \frac{F}{{d_m}^2}$$

$$d_m = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

هناك علاقة تجريبية تربط بين حد المتانة للمادة و (HV)

$$\sigma_{uts} = (0.28 \rightarrow 0.32)HV$$

قيمة الحمل المؤثر بين kgf(120 – 5 ،) و منه نأخذ الرموز

$$(HV5\ ,HV10\ ,HV50\ ,HV120)$$

❁ طريقة روكويل لقياس القساوة :

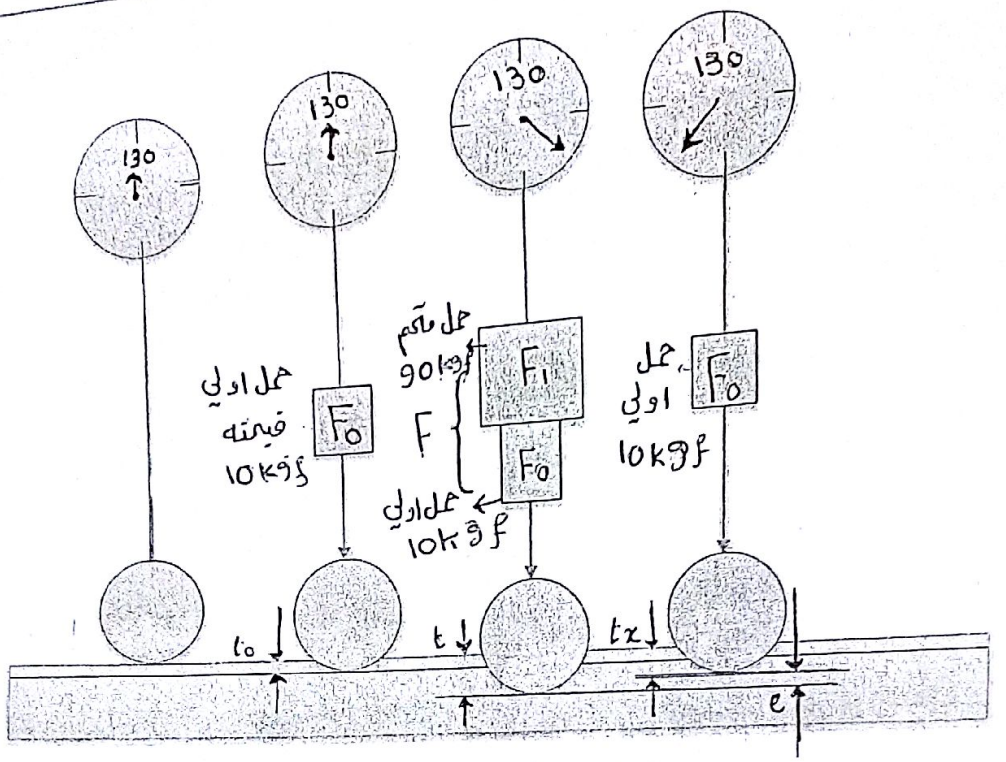
ما يعيب طريقة برنيل و فيكرز لقياس القساوة هو الحاجة الى العودة الى الجداول و الكتيبات المرفقة بالآلة لمعرفة قيمة $(\frac{d}{D})$ و بالتالي حساب قيمة القساوة كما ان كلتا الطريقتين تحتاج لقياس قيمة الانغماس الحاصل بالمعدن باستخدام عدسات ضوئية و ميكرومتر

اما الطريقة روكويل فهي تعطي قيمة القساوة مباشرة و التي تتناسب قيمتها مع عكس الانغماس الحاصل بالمعدن يرمز لها (HR) و تأخذ التفرعات التالية :

✵ الطريقة الاولى(HRb) :

نستخدمها لقياس قساوات المعادن ذات حجم البلورات الكبيرة نسبيا و المسبوكات و مواد الانشاءات هذه الطريقة تستخدم كرة فولاذية قطرها $(\frac{1}{16})$ من الانش و قيمة التحميل المستخدم في هذه الطريقة هو عبارة عن ($100kgf$) حيث يتم التحميل بشكل اولي بمقدار ($10kgf$) و ذلك لضمان ثبات الكرة على القطعة المختبرة و من ثم يتم التحميل بحمل متمم قيمته ($90kgf$) تتراوح ما بين ($10 \rightarrow 15\ S$) للسبائك الفولاذية و حتى (30 S) للمعادن اللاحديدية و بعدها يزال الحمل و يتم مباشرة القراءة من خلال مؤشر احمر على الجهاز قيمته قساوة لهذه القطعة يوضح ذلك الشكل التالي :

$$HRb = 130 - \frac{e(mm)}{0.002(mm)}$$

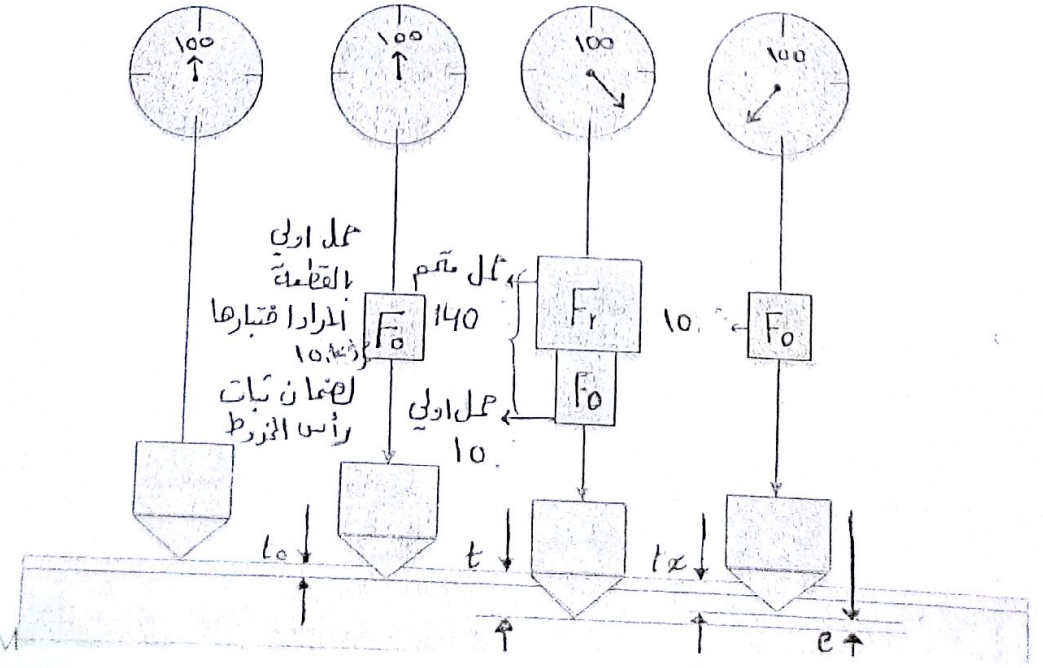


- الطريقة الثانية (HRC):

تستخدم لقياس قساوات معادن اعلى من (HRb) تستخدم بدلا من الكرة مخروط زاويته الرأسية (120) الحمولة المطبقة (150 KP)

$$HRc = 100 - \frac{e(mm)}{0.002(mm)}$$

و هي تأخذ الشكل التالي من حيث مبدأ القياس



Bilal M
Scanned by CamScanner

- الطريقة الثالثة (HRa):

يستخدم لقياس قساوات الخلائط المعدنية عالية القساوة يستخدم رأس مخروطي زاويته (120°) و هي تتبع نفس اسلوب (HRc) في قياس القساوة باستبدال قيمة الحمل المتمم بـ (50kg) بدلا من (140kg)

قياس القساوة الديناميكية :

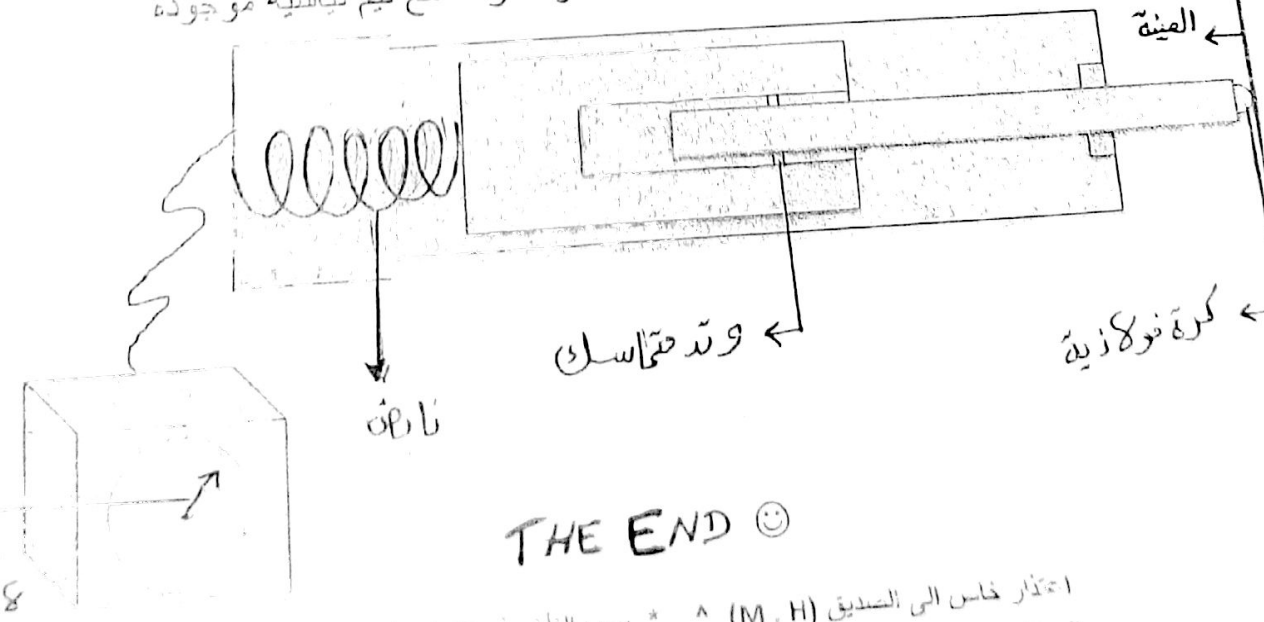
يستخدم في هذه الحالة حمولة فجائية تؤدي الى الصدم على كرة مسببة انغماس هذه الكرة ضمن المعدن (بنفس مبدأ برنيل) و لكن هذه الطريقة تعطي قيمة القساوة مباشرة من خلال مؤشر موجود بهذا الجهاز

اهم طرق قياس القساوة الديناميكية :

طريقة غريفن و بولدي حيث يعتمد مبدأ طريقة غريفن على استخدام كرة فولاذية هذه الكرة تتعرض لصدمة ناتجة عن الارتداد الحاصل من النابض الموجود في الجهاز الموضح بالشكل و التي تؤدي بدورها الى حصول انغماس داخل المعدن قيمته عكس هذا الانغماس يعطي مقدار قساوة المعدن

اما بالنسبة لطريقة بولدي فهي تتبع نفس الطريقة و لكن صدم الكرة يحصل على عينتين عينة الاختبار و عينة قياسية و بالتالي الجهاز يقارن بين قيمة القساوة على العينة القياسية المختزن بياناتها لدى الجهاز و بين عينة الاختبار و يعطي على المؤشر قيمة القساوة

هناك طرق اخرى لقياس القساوة تعتمد على قيمة الارتداد الحاصل عند رمي كرة على مادة ما بحيث يتم حساب قيمة القساوة وفقا لمقدار الارتداد و مقارنته مع قيم قياسية موجودة



THE END ☺

اعتذار خاص الى الصديق (M . H) ^ _ * بسبب التأخر في تنزيل هذه المحاضرة و عام الى كل الاصدقاء الكرام و ارجو منكم الأخذ بعين الاعتبار الظروف التي تقام حاليا وشكرا

Scanned by CamScanner

سنة ثانية

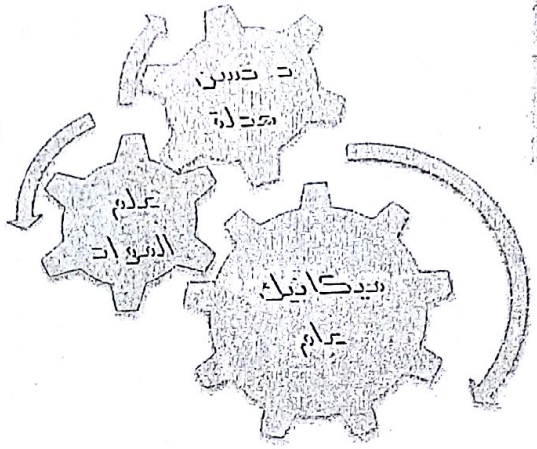
فصل أول

١٥

المحاضرة :

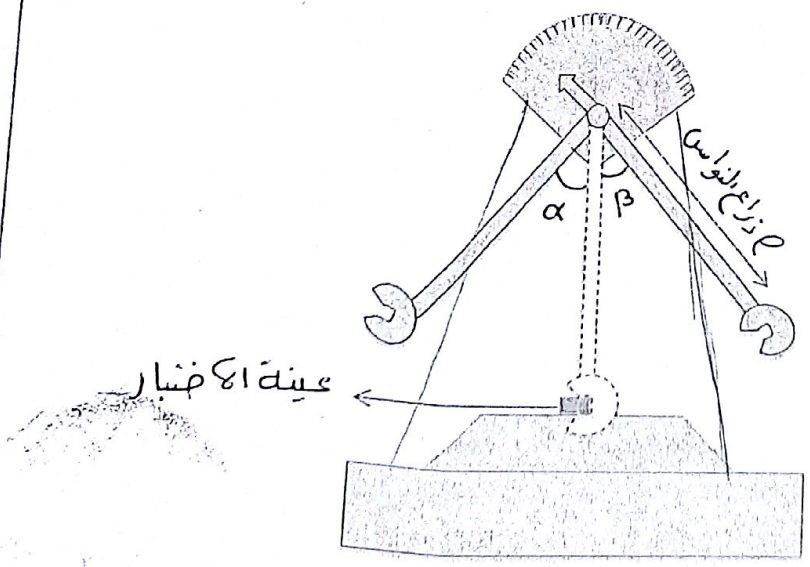
١١

10/ 11/ 2013



By : Ahmad abo Sbaa

اختبار الصدم



يعتمد مبدأ اختبار الصدم على استعمال آلة تشبه النواس له ذراع بنهايته مطرقة وزنها (15 – 30Kgf) يتم رفع هذه المطرقة بزاوية ما (β) و تركها لتصدم بعينة الاختبار التي هي عبارة عن قضيب معدني او مقطع مستطيل معمول فيه ثلم بعمق محدود لضمان انكسار العينة عند هذا الثلم

Scanned by CamScanner

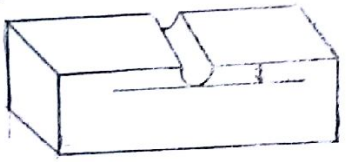
يستخدم اختبار الصدم

- للمقارنة بين معدنين يتعرضا ن لنفس ظروف العمل
- لدراسة مدى حساسة المادة للصدم حساسية
- لدراسة امكانية استخدام بعض قطع او اجزاء الآلات عند ظروف عمل ديناميكية ما

و هناك عدة طرق متبعة في اخبار الصدم تتبع لشكل عينة اختبار الصدم

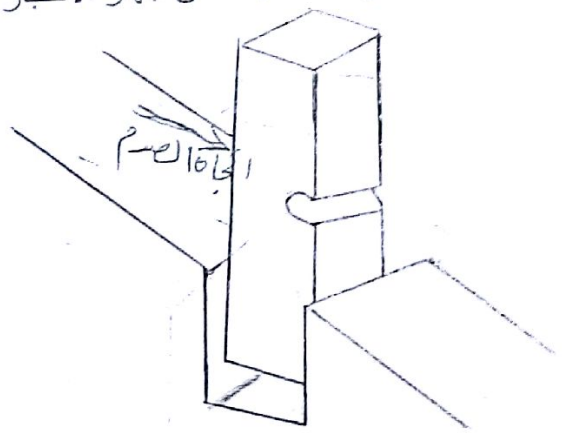
⌘ **طريقة تشاربي :**

و هي تستخدم عينة ابعادها (55×10×10) يعمل به افي المنتصف ثلم على شكل حرف (U) عمقه (2ـ2.5mm) و زاويته الرأسية (R=0.25mm)



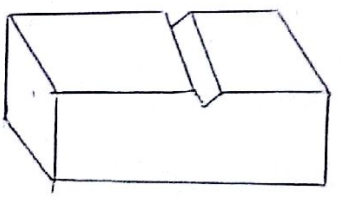
⌘ **طريقة** Izod :

عندها يستخدم عينة ابعادها (75×10×10) يعمل بها في المنتصف ثلم على شكل حرف(U) عمقه(2mm) و استدارة راسه (1mm) و يكون توضع هذه العينة على جهاز الاختبار بشكل راسي



⌘ **الطريقة الحديثة :**

ستخدم عينة شبيهة بعينة تشلربي ابعاده (55×10×10) فيها ثلم مقطعه على شكل حرف (V) عمقه (2mm) و استدارته الراسية (0.25)



Scanned by CamScanner

يعطى متانة الصدم بالعلاقة :

$$a = \frac{W}{A} \quad \text{حيث} \quad W = G\,\ell(\cos\beta - \cos\alpha)$$

G: وزن المطرقة و تتراوح بين Kg (30 –15)

ℓ: طول ذراع القوس

β: الزاوية التي يتم رفع الذراع لها قبل الصدم

α: الزاوية بعد الصدم

A: مساحة مقطع العينة في منطقة وجود الثلم

ففي حالة (Izod) مثلا (A=8×10mm) و في الطريقة الحديثة (A=9×10)

.....

اختبار التعب او الكل :

- يسمى كسر المادة تحت تأثير اجهادات ترددية متكررة بالكسر التعبي
- نسمي مقاومة المادة لهذه الاحمال الترددية بمقاومة التعب
- كما نسمي اكبر اجهاد تتحمله المادة تحت تأثير احمال متكررة بحد الصمود او حد التعب للمادة
- عادة يجري اختبار التعب على عينات فولاذية بتعرضها للحمولات كروية بمقدار (5 مليون دورة) بينما العينات اللافولاذية يتم تعرضها لأحمال ترددية قيمتها (20 مليون دورة)

هنالك طريقتان لاختبار التعب

☒ طريقة الشد و الضغط : حيث يتم تحميل العينة بقوى شد في الاتجاه الطولي (عادة يجري ذلك على آلات تشبه آلات الشد العمومية)

حيث يجري هذا الاختبار على آلة الشد العمومية من خلال تعريض العينة لحمولات شادة و من ثم رفع هذه العينة الحمولة .

☒ طريقة الانحناء الدوراني :

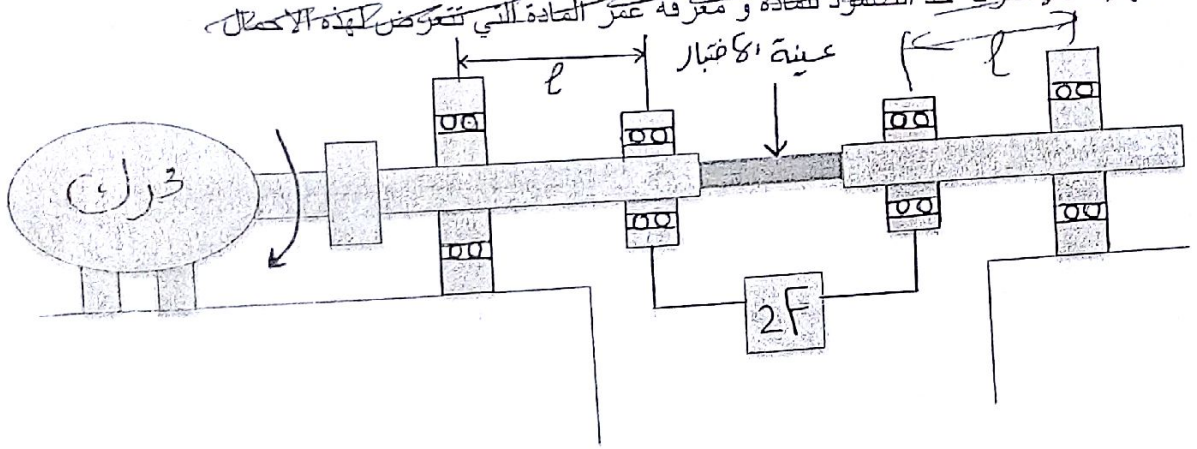
Bilal M

ASH

Scanned by CamScanner

الغاية من اختبار التعب هي من جهة معرفة حد الصمود للمادة المختبرة ومن جهة معرفة عمر القطعة المصنوعة من هذه المادة فيما لو عملت بأحمال أدنى من حد الصمود.

الهدف من هذه التجربة معرفة حد الصمود للمادة و معرفة عمر المادة التي تتعرض لهذه الأحمال



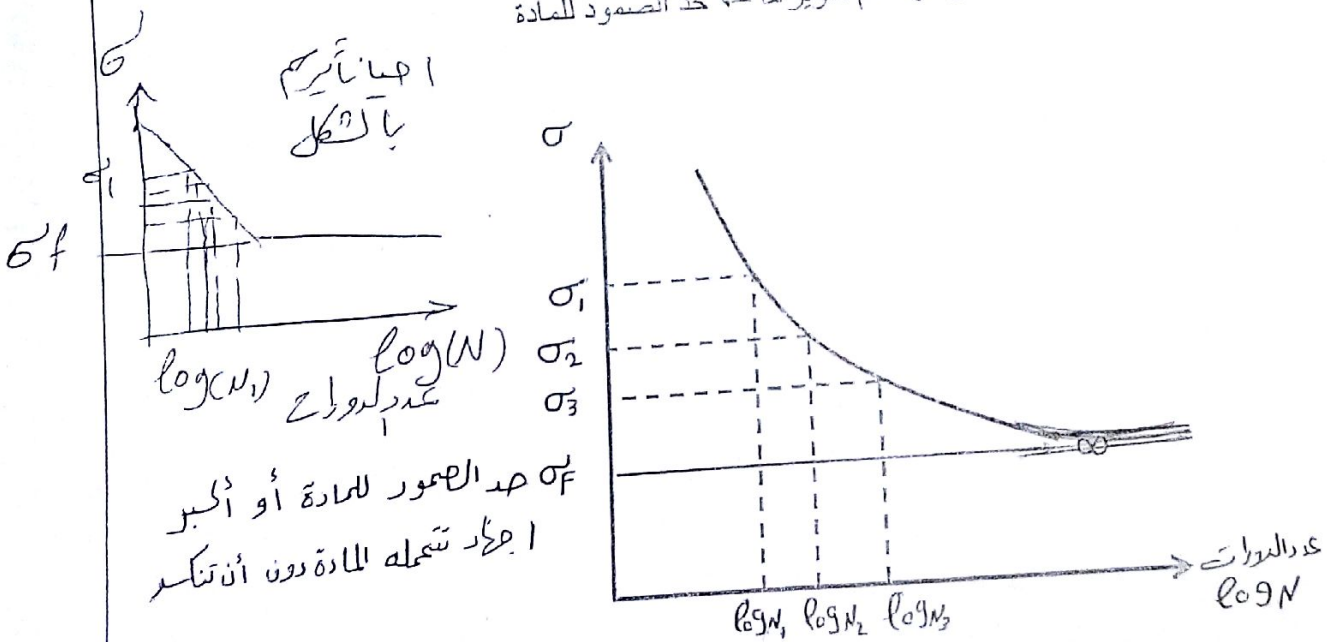
يتم الحصول على حد الصمود من خلال دراسة منحني (Moler) و الذي يتم انشاؤه بأخذ (10 إلى 12) عينة اختبار يتم تحويل العينة باجهاد ($\sigma_1 = 0.7\ \sigma_y$) تحميل

تنكسر العينة بعدد من الدورات قدره (N_1) عينة (2) نحملها بحمولة ($\sigma_2 < \sigma_1$)

تنكسر العينة بعدد من الدورات قدره (N_2) عينة (3) نحملها بحمولة ($\sigma_3 < \sigma_2$)

تنكسر العينة بعدد من الدورات قدره (N_3)

حتى نحصل على عينة لا تنكسر مهما تم تدويرها ⇐ حد الصمود للمادة



حد الصمود للمادة أو أكبر إجهاد تتحمله المادة دون أن تنكسر

Scanned by CamScanner

اختبار الزحف Creep test:

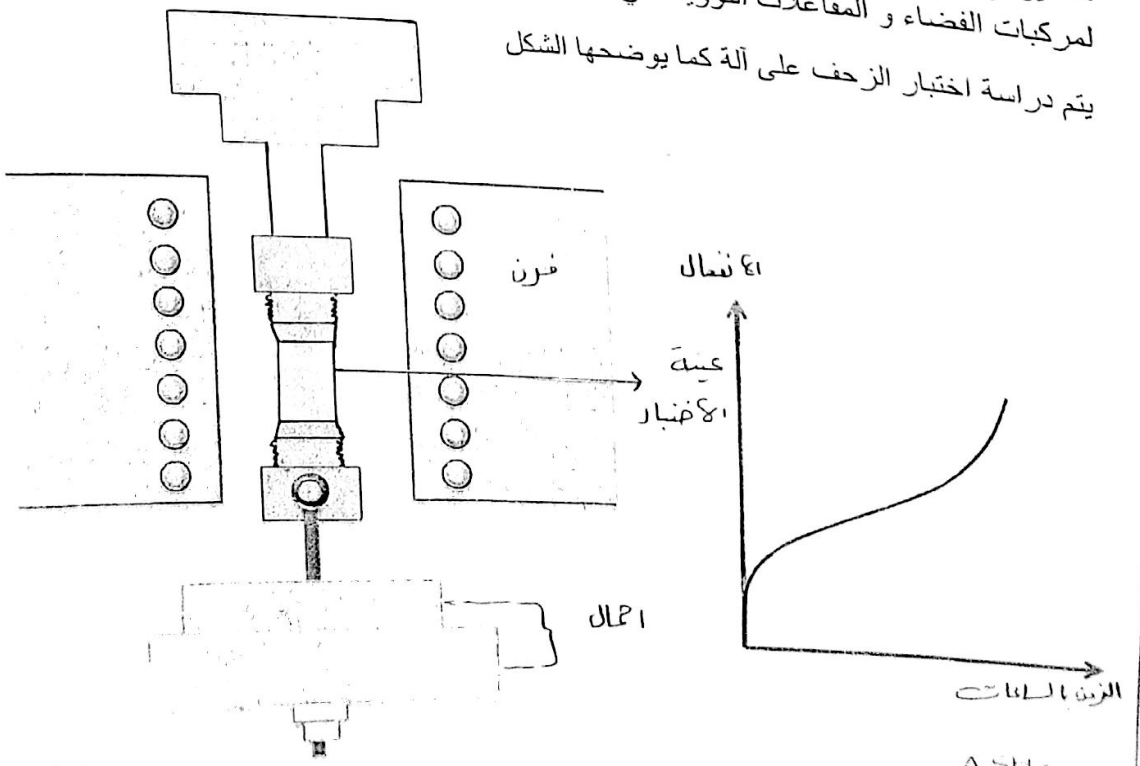
هو عبارة عن الاستطالة الحاصلة بالمادة نتيجة تأثير احمال ثابتة لفترات زمنية طويلة يتأثر الزحف بعاملين اساسيين درجة الحرارة و الزمن

يزداد الزحف بازدياد درجة الحرارة و يختلف من معدن الى المعدن فعلى سبيل المثال المواد الحديدية لا تتأثر بالزحف عند عملها بالدرجات الحرارة دون (425) بينما الرصاص و الزجاج يمكن ان يحصل فيهم الزحف عند درجات الحرارة العالية و هذا ما نلاحظه في بلور نوافذ البيوت حيث مع العمر الزمني لها نلاحظ ان سماكته في الاسفل اكثر مما هي عليه في الاعلى نتيجة تأثير ما يدعى بعملية الزحف

كما ان دراسة الزحف امر هام جدا للمعادن التي تتعرض لدراجات حرارة عالية مثل زعانف التوربينات في الطائرات و المفاعلات النووية و مركبات الفضاء حيث ان عدم اخذ هذه الخاصية بعين الاعتبار يمكن ان يؤدي الى كوارث كبيرة فعلى سبيل المثال الطائرات

عدم دراسة زعانف التوربينات يمكن ان يؤدي استطالة بهذه الزعانف و بالتالي تصدم بجسيم التوربين مما يؤدي الى حدوث التواء في الزعانف او تحطم و بالتالي انهيار للطائرة و كذلك الامر بالنسبة لمركبات الفضاء و المفاعلات النووية التي تعمل عند درجات حرارة مرتفعه

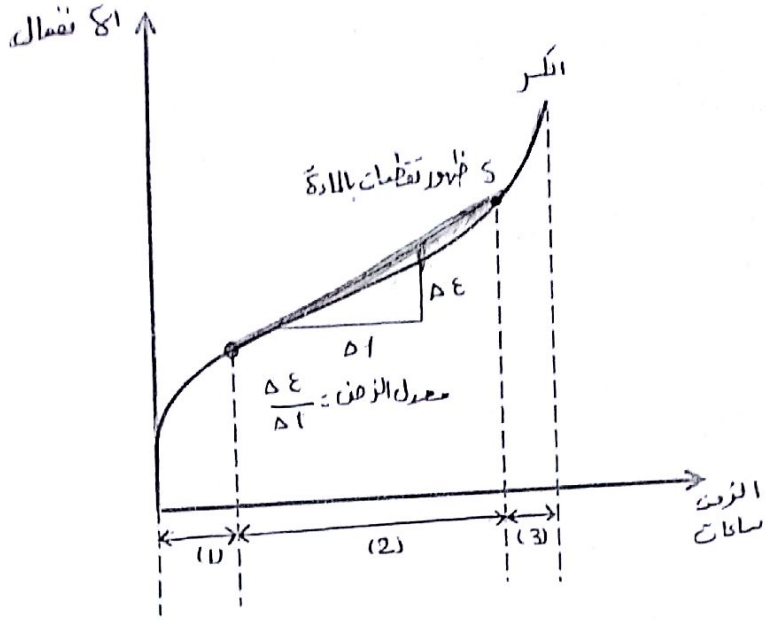
يتم دراسة اختبار الزحف على آلة كما يوضحها الشكل



Bilal M

ASH

من خلال دراسة هذا الاختبار نتوصل لمنحني الزحف و الذي يأخذ ثلاث مراحل رئيسية كما يوضح الشكل



(1) يحدث فيه زحف سريع بالبداية ثم يتناقص مع الزمن قيمة الانفعال بهذه الحالة تعطى بالعلاقة

$$\varepsilon = \alpha \log(t)$$

حيث (α) معامل يتعلق بنوع المادة و(t) درجة الحرارة

(2) يحدث فيه زحف منتظم نسبيا بعلاقته بالزمن قيمة الانفعال

$$\varepsilon = K\, t$$

(K) ثابت يتعلق بنوع المادة و درجة الحرارة

(3) يبدأ عندها ظهور التشققات بالمادة التي تزداد بتناقص المقطع حتى الكسر

ملاحظات :

- ✓ يزداد معدل الزحف بزيادة درجة الحرارة كما يزداد بازدياد الاجهاد الخارجي المؤثر على المادة
- ✓ لا بد من اجراء الاختبار لفترة زمنية طويلة و عدم الاعتماد على نتائج الاختبارات لفترة زمنية قصيرة لأن ذلك لا يمثل طبيعة تصرف المادة
- ✓ يمكن الاعتماد على نتائج الاختبارات قصيرة الزمن في حالة الاختبار لسبائك معدنية بهدف تطويرها

Scanned by CamScanner

- أنواع الزحف اللوغاريتمي : ويظهر عند درجة الحرارة المنخفضة وفيها يقل معدل الزحف مع الوقت
- زحف الاضافة : هذا الزحف الذي يحدث عند درجات حرارة متوسطة أقل من نصف درجة حرارة انصهار المادة، ولا تقل فيه معدل الزحف بنفس نقص الذي يحدث عند درجات الحرارة المنخفضة
- زحف الانتشار : يحدث ذلك عند درجات الحرارة العالية والتي تصل إلى نصف درجة حرارة انصهار المادة أو أكثر، ويأثر الزحف هنا بمعامل الانتشار أكثر من تأثره بالاجهادات

✓ يتم اختبار الزحف تحت تحميل اجهاد شد في اتجاه محوري في الفرن و تكون درجة الحساسية لقراءة الاستطالة ($1X10^{-8}$) steam/h نظراً لأنه مقدار الانفعال في هذه الحالات صغيرة جداً.

✓ افضل السبائك المستخدمة في اختبار الزحف

اضافة الى الكروم و النيكل والكوبالت أو سبائك النيكل والكوبالت ($Cu-SiO_2$, $Cr-Al_2O_3$, $Cu-Al_2O_3$)

سبائك مولادية محتوية على الرسيات والتريدات

معدل الزحف $\varepsilon_c = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}$

مميزات الاختبارات اللاتلافية عناصر أخرى مثل Cr, Ti, Mo, W, —

- عدم الهدر في المنتج و اتلافه
- الكشف عن العيوب في البداية مما يساعد في عدم ضياع الوقت و الجهد في تشغيل الاجزاء
- معظم الاختبارات سهلة لا تحتاج لأجهزة معقدة
- يمكن اجراء الاختبار في موقع العمل
- تعطي نتائج مباشرة
- رخيصة غير مكلفة
- توفير في المال
- التأكد من صلاحية المنتج ليس بالشكل الخارجي فقط و انما من الداخل ايضا
- تقي من الكوارث و تحمي الانسان بالكشف المبكر
- يمكن من خلال هذه الاختبار التأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية
- قابليتها للتطبيق خلال مراحل الانتاج و التصنيع
- تعطي زيادة في الامان في المنشآت الصناعية
- تستخدم بنجاح في الصناعات الفضائية و المنشئات النووية
- تستخدم في صناعات خطوط و مواسير نقل الغاز و في الجسور و الروافع و خطوط الانتاج
- يمكن بهذه الاختبارات تحديد اماكن التآكل و الصدأ و تركز الاجهادات في المنشآت الصناعية

اهم طرق الاختبارات اللاتلافية NDT

- ☒ الفحص البصري — Visual Testing (VT)
- ☒ السوائل النافذة — Liquid Penetrate Testing (PT)
- ☒ الجسيمات المغناطيسية — Magnetic Particles Testing (MT)
- ☒ الامواج فوق الصوتية — Ultrasonic Testing (UT)
- ☒ التصوير الشعاعي — Radiographic Testing (RT)
- ☒ التيارات الدوامية — Eddy current Testing (ET)

THE END ☺

Bilal M

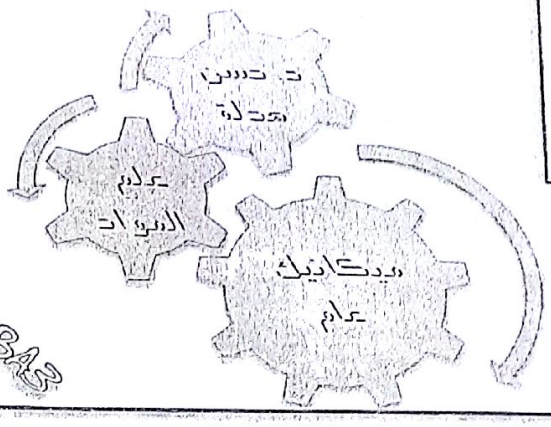
ASH7

ASH7

Scanned by CamScanner

سنة ثانية

فصل أول



المحاضرة :

12

17/ 11/ 2013

DONE BY : AHMAD ABO SBAS

بنية الخلائط المعدنية و كيفية انشاء مخطط الاتزان الحراري

المادة تتواجد في الطبيعة بثلاثة اشكال

♣ غازية :

و هي الحالة الاقل استقرار حيث ان المادة تحاول ملء الفراغات الموجودة فيها.على سبيل المثال (رش العطر بمكان من الغرفة)

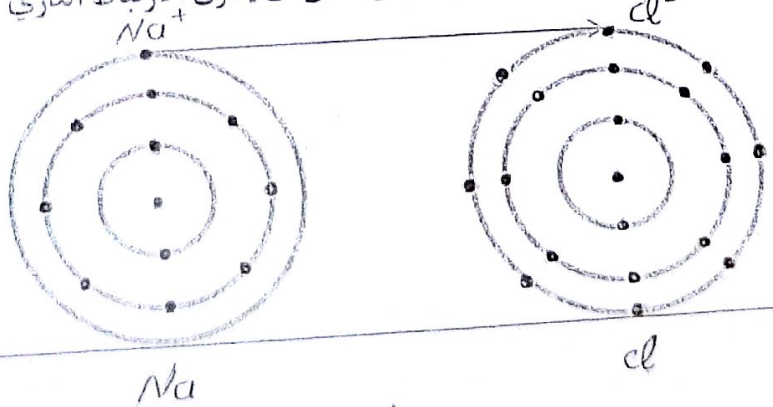
♣ السائلة :

هي حالة وسط ما بين الحالة الغازية و الصلبة حيث ان المادة تأخذ شكل الإناء الموجودة فيه

♣ الصلبة

هي الحالة الاكثر استقرارا حيث ان ذرات المادة ترتبط فيما بينها بروابط الكترونية يحدث فيما بينها تنافر و تجاذب تؤدي لاتزان المادة

ان البنية المادة تتأثر بقوى التنافر و التجاذب و يمكن ان يكون الإرتباط الذري اما بـ :



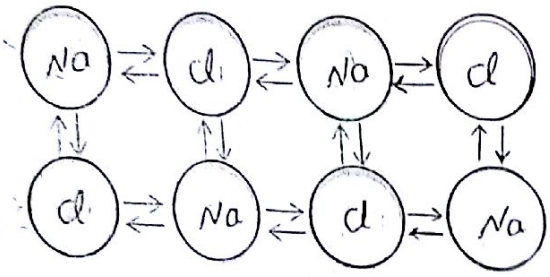
رابطة تساهمية
أيونية

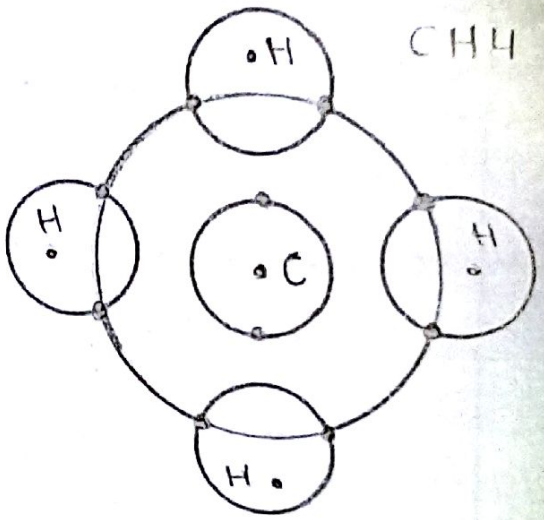
Bilal M

ASH7

Scanned by CamScanner

رابطة ~~ايونية~~ مشتركة



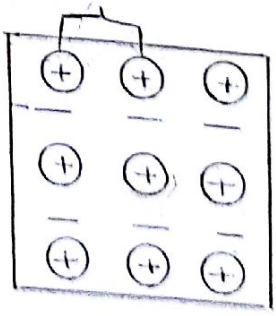


CH4

رابطة معدنية

ايونات

حالة من الالكترونات



المعادن نادرا ما تستخدم بشكل نقي و ذلك لان استخداماتها الصناعية تكون محدودة .
في حالات خاصة نحتاج لمعادن نقية مثل استخدام الالمنيوم بالحراريات و استخدام النحاس من اجل صناعة الاسلاك الكهربائية و استخدام الرصاص كواقي ~~في~~ ~~هذه~~ الاشعة الذرية و استخدام الذهب النقي لسحب اسلاك متناهية في المقطع

و غالبا يتم استخدام الخلائط المعدنية التي هي عبارة عن معادن نقية اضيف لها بعض العناصر السبائكية مثل (نحاس , كروم , نيكل , فاناديوم , كوبالت , تيتانيوم) بهدف الحصول على خصائص ميكانيكية جديدة بالمادة هي غير متوفرة في المادة الاساسية (المعدن النقي) مثل (المتانة , مقاومة التاكل الحتي , مقاومة التاكل ضد العوامل الجوية , القساوة)

Bilal M

ASH

و تسمى السبيكة ثنائية عندما تتالف من معدنين و ثلاثية عندما تتالف من ثلاثة معادن و هكذا ....

يمكن ان تتألف السبيكة من (معدن + معدن) او (معدن + لا معدن)

نقول عنها انها سبيكة معدنية اذا كانت المادة الاساسية عبارة عن معدن

.....

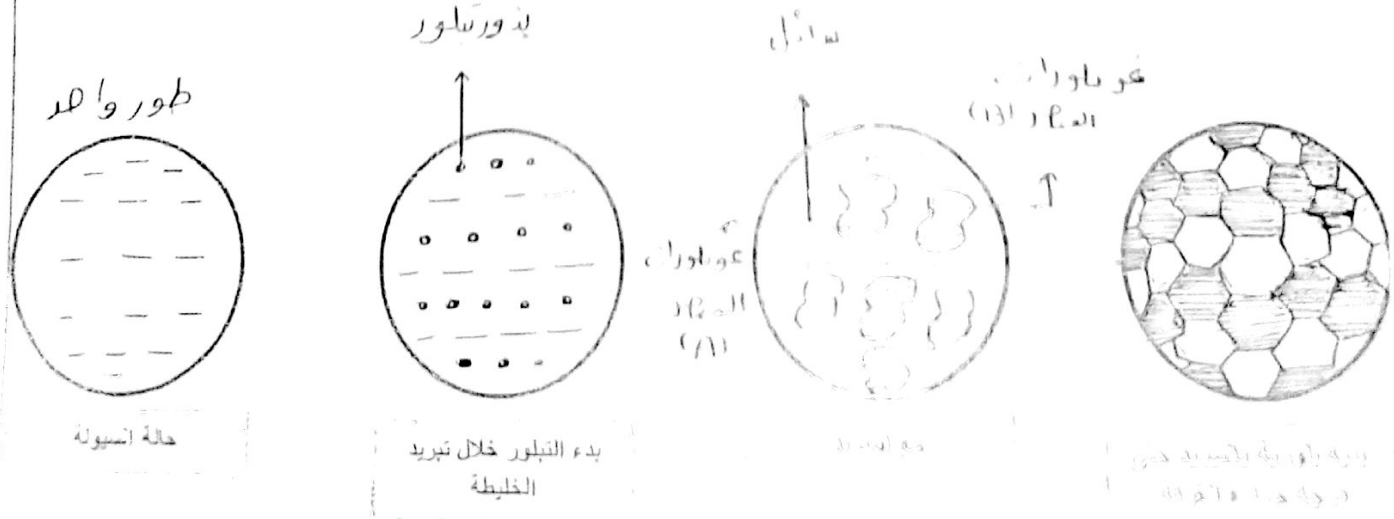
اشكال الارتباط في الخلائط المعدنية

يمكن ان يكون بعدة اصناف :

1. مزيج ميكانيكي
2. مركب كيمياني
3. ذوبان لاحد العناصر ضمن الاخر
4. حالة مركبة من (مزيج + مركب) او (مزيج + ذوبان) او .....

1) المزيج الميكانيكي :

لو صهرنا عنصرين (A+B) ببوتقة تحد حالة تجانس بين هذين العنصرين بالحالة السائلة و لا يمكن التمييز بينهما اما عند التبريد نلاحظ انفصال بلورات العنصر (A) بشكل مستقل و بلورات (B) بشكل مستقل

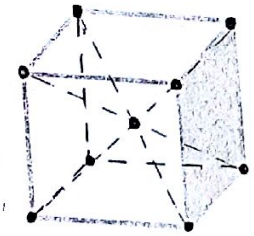


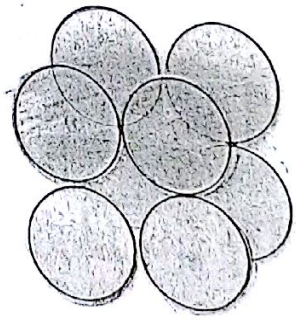
Scanned by CamScanner

ملاحظة

الحالة البلورية للمادة تشبه بناء جدار مؤلف من آجر كل طوبة من هذا الجدار تمثل هيكل شبكي مؤلف من عدد من الذرات و نسبته (90%) من المعادن تأخذ شكل الهياكل الشبكية التالية :

مكعب متمركز حجميا (BCC):



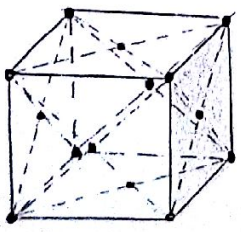


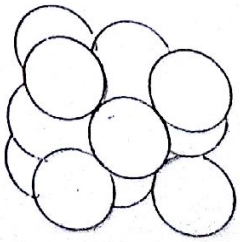
- تحوي ثمان ذرات في رؤوس المكعب بالإضافة إلى ذرة توضع في المركز الحجمي للمكعب

مكعب متمركز وجهيا (FCC):

يحتوي 8 ذرات في زوايا المكعب و ذرة في كل وجه من اوجهه .

المعادن التي تتبلور بهذا الشكل منها الذهب الالمنيوم الفضة النحاس



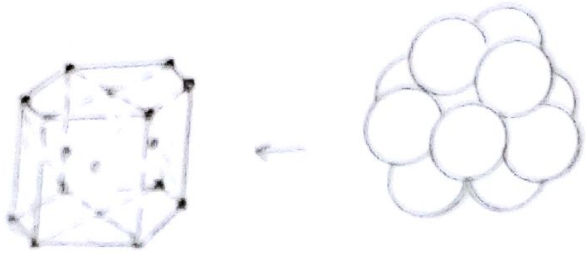


Scanned by CamScanner

سداسي مزدحم بالذرات :

حيث يحتوي در ⊙ في كل ركن من اركان المسدس و ثلاث ذرات بالمنتصف و ذرة بالقاعدة العليا و ذرة بالقاعدة السفلى يرمز لها (HCP)

امثلة عنه (التوتياء، الصوديوم Na و دعوم)



2) مركب كيميائي :

نحصل على مركب بشكل (A_mB_n) على سبيل المثال (Fe_3B_2, Mg_2Si, Mg_2Sn)

الهدف من هذا المركب هو الحصول على خليطة جديدة لها خصائص ميكانيكية غير متوفرة في العناصر المكونة لها اضافة الى تحسين درجة انصهارها مثلا

بالخليطة (Mg_2Si) درجة انصهارها ($780\,^{\circ}C$)

بينما درجة انصهار (Si) هو ($232\,^{\circ}C$)

و درجة انصهار (Mg) هو الى ($650\,^{\circ}C$)

3) ذوبان احد العناصر بالاخر

هي عبارة عن حالة لا يمكن التمييز بين العناصر المعدنية في الخليطة بالحالة السائلة و لا الصلبة و يحصل انحلال كامل بين العنصرين مثلا

(بلاتين + ذهب) (نيكل + حديد)(ذهب + زئبق)

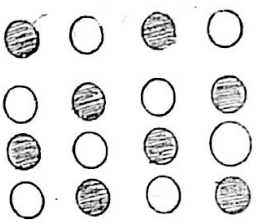
و هو نوعين : تبادلي و تداخلي

أ- التداخلي يقسم الى :

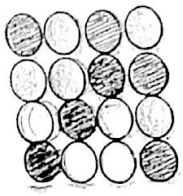
Scanned by CamScanner

منتظم : حيث تحل ذرات العنصر (A) محل ذرات العنصر (B) بشكل منتظم كما بالشكل (1)

غير منتظم : كما في الشكل (2)



(1)



(2)

و نقول عن المادة انها مذيبة اذا كانت

- ✓ كميتها اكبر بالخليطة
- ✓ اذا حافظت على شكل هياكلها الشبكية بعد التجمد

Cu (Ni) العنصر المذيب (Cu) و العنصر المذاب (Ni)

Ni(Cu) العنصر المذيب (Ni) و العنصر المذاب (Cu)

و حتي يحدث ذوبان كامل لاحد العناصر ضمن الاخر يجب توافر الشروط التالية :

- يجب ان يكون التباين في اقطار ذرات كلا المعدنين لا يزيد عن (% 14-15) بالنسبة للمعادن الحديدية .
- المحافظة على نفس الهياكل الشبكية
- التكافؤ متساوي لكلا المعدنين او انهما قريبان في الجدول الدوري للمعادن

ii. تداخلي :

يمكن ان يحصل بالحالة الصلبة للمادة او في الحالة السائلة على سبيل المثال عند تقسية مسنن نقوم بوضعه ضمن فرن و نسلط عليه غاز يحتوي على الكربون (هيدروكسيد الكربون) عند درجة حرارة (90^{0}) تغلغل الكربون على شكل سطح المسنن و يؤدي الى التقسية السطحية مع الحفاظ على متانة داخلية للمسنن

Scanned by CamScanner

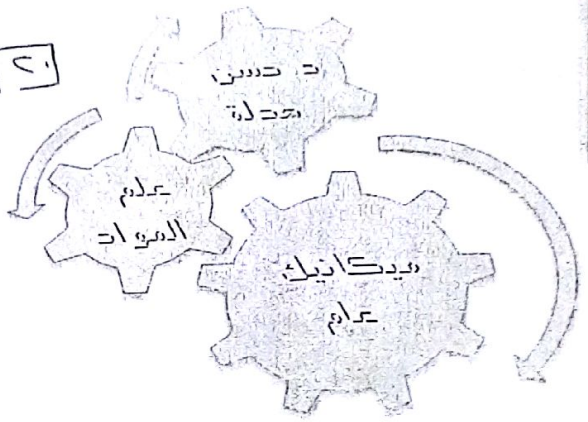
سنة ثانية

فصل أول

المحاضرة :

14+13

21/11/2013



DONE BY : A7MAD ABO SBA3

المحاضرة هي من اهم و آخر محاضرات الدكتور حسن و منها سيأتي ما يقارب الثلاثين علامة

طات الاتزان الحراري للخلائط الثنائية و كيفية انشائها :

ط الاتزان الحراري هو علاقة بين نسب تركيز الخليطة و درجة الحرارة

ب من دراسة مخططات الاتزان الحراري هو دراسة التغيرات التي تطرأ على النظام الخلائطي من
ة انصهار المعدن و حتى درجة حرارة الغرفة

ي التبريد :

بارة عن علاقة ما بين الزمن و درجة الحرارة و هو يختلف باختلاف الخليطة

ء مخطط الاتزان الحراري نفترض لدينا عنصرين (A) (B & A) مثلا رصاص(Pb) حيث درجة
ار الرصاص النقي (327) و العنصر الاخر هو الانتموان (Sb) درجة انصهار الانتموان النقي (631)
نشاء مخطط التوازن الحراري لهذه الخليطة

ب انشاء مخطط الاتزان :

نسب مزج مختلفة من (A&B) كلما زاد عدد الخلائط زادت الدقة لنفرض اخترنا 7 خلائط من (A+B)
سب مزج مختلفة كالتالي :

ة الاولى نسب مزجها (0%Sb + 100%Pb)

Bilal M

ASH

Scanned by CamScanner

الخليطة الثانية نسب مزجها (5%Sb + 95%Pb)

الخليطة الثالثة نسب مزجها (10%Sb + 90%Pb)

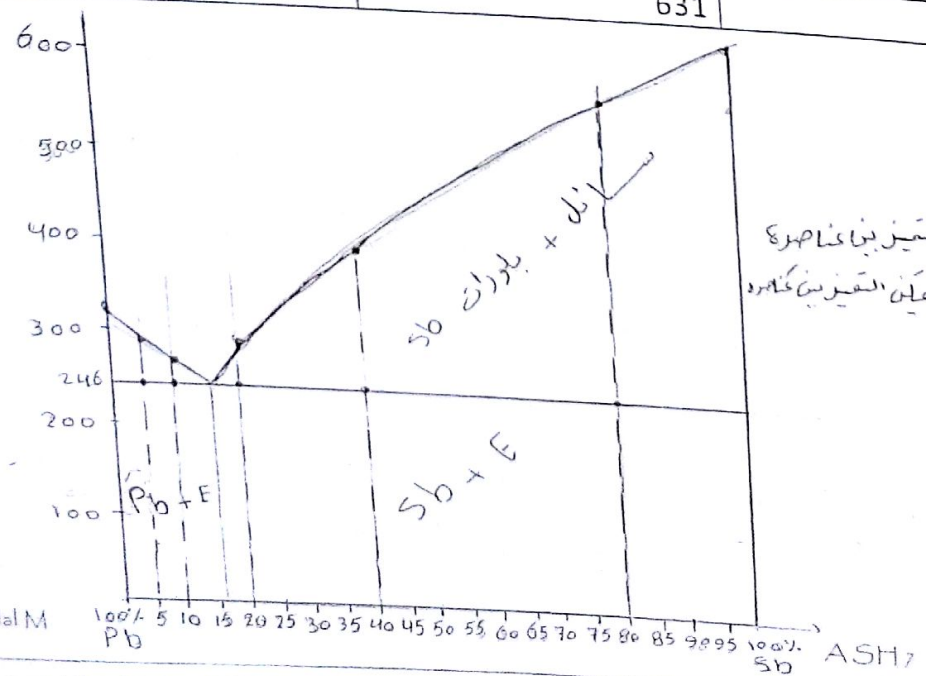
الخليطة الرابعة نسب مزجها (20%Sb + 80%Pb)

الخليطة الخامسة نسب مزجها (40%Sb + 60%Pb)

الخليطة السادسة نسب مزجها (80%Sb + 20%Pb)

الخليطة السابعة نسب مزجها (100%Sb + 0%Pb)

نسب المزج	درجة حرارة نقطة بداية التحول	درجة حرارة نقطة نهاية التحول
100% Pb	327	327
95% Pb	295	246
90% Pb	260	246
80% Pb	280	246
60% Pb	395	246
20% Pb	570	246
0% Pb	631	631



الطور على اليسار عناصره
اليوتكتيك على اليمين عناصره

سربون لا تتجاوز 2,06 و هو يقسم الى :

- كربوني و - خلائطي

Scanned by CamScanner

يستفاد من المخطط السابق

* دراسة التغيرات الطورية التي تطرأ على المادة من درجة حرارة انصهارها و حتى درجة حرارة الغرفة
* دراسة الاطوار و عناصر البنية التي تتشكل من هذه النظم الخلانطية و مدى تأثيرها على الخصائص الميكانيكية للخليطة و بالتالي على الاستخدامات الصناعية

.....

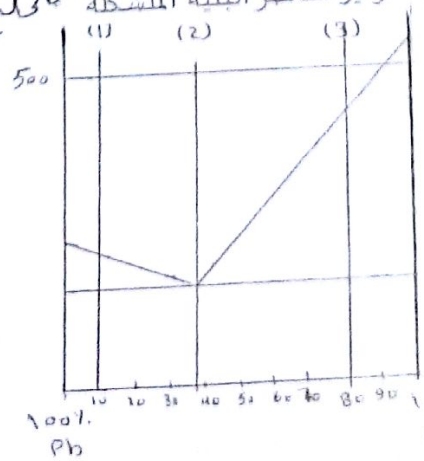
.....

☠ سؤال امتحان :

لمخطط الاتزان الحراري التالي

1) اكتب اسماء الاطوار و عناصر البنية المتشكلة على هذا المخطط
2) ما هي نسبة تركيز الاطوار الموجودة في خليطة تحتوي (20%Pb) و ذلك عند درجة الحرارة (500)
3) ما هي الاطوار المتشكلة عند النقطة اليوتكتيكية و ما تعريف هذه النقطة
4) ماذا يحدث اذا ارتفعت درجة الحرارة فوق النقطة اليوتكتيكية بقليل
5) للخلائط (1,2,3) الموضحة بالشكل ارسم منحنيات التبريد مع توضيح كل جزء من المنحني و نقطة بداية و نهاية التحول مع توضيح البنية المتشكلة خلال مراحل تبريد الخليطة من حالة المعدن المنصهر و حتى درجة حرارة الغرفة للخلائط
6) ارسم على مخطط الاتزان الحراري اسماء خطوط التحول
7) عند التبريد حتى درجة حرارة الغرفة ماهي نسبة تركيز عناصر البنية المتشكلة

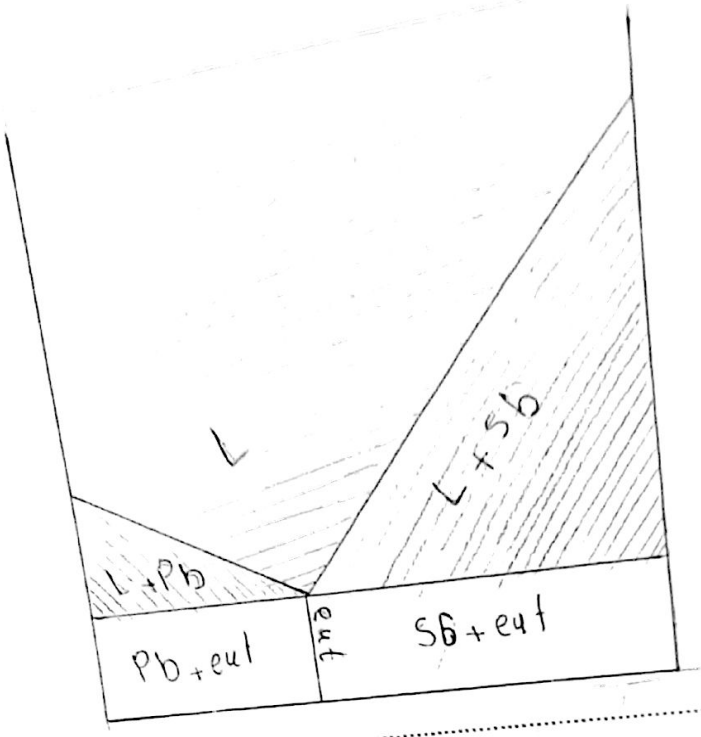
للخليطة بالطلب (2)



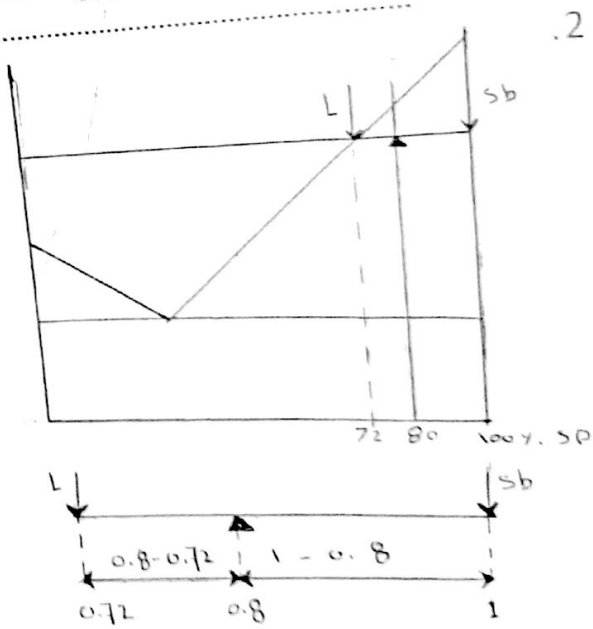
الحل :

BilalM
ASH7

Scanned by CamScanner



.2



قانون العتبة

$$\frac{L}{1-0.8} = \frac{Sb}{0.8-0.72} = \frac{1}{1-0.72}$$

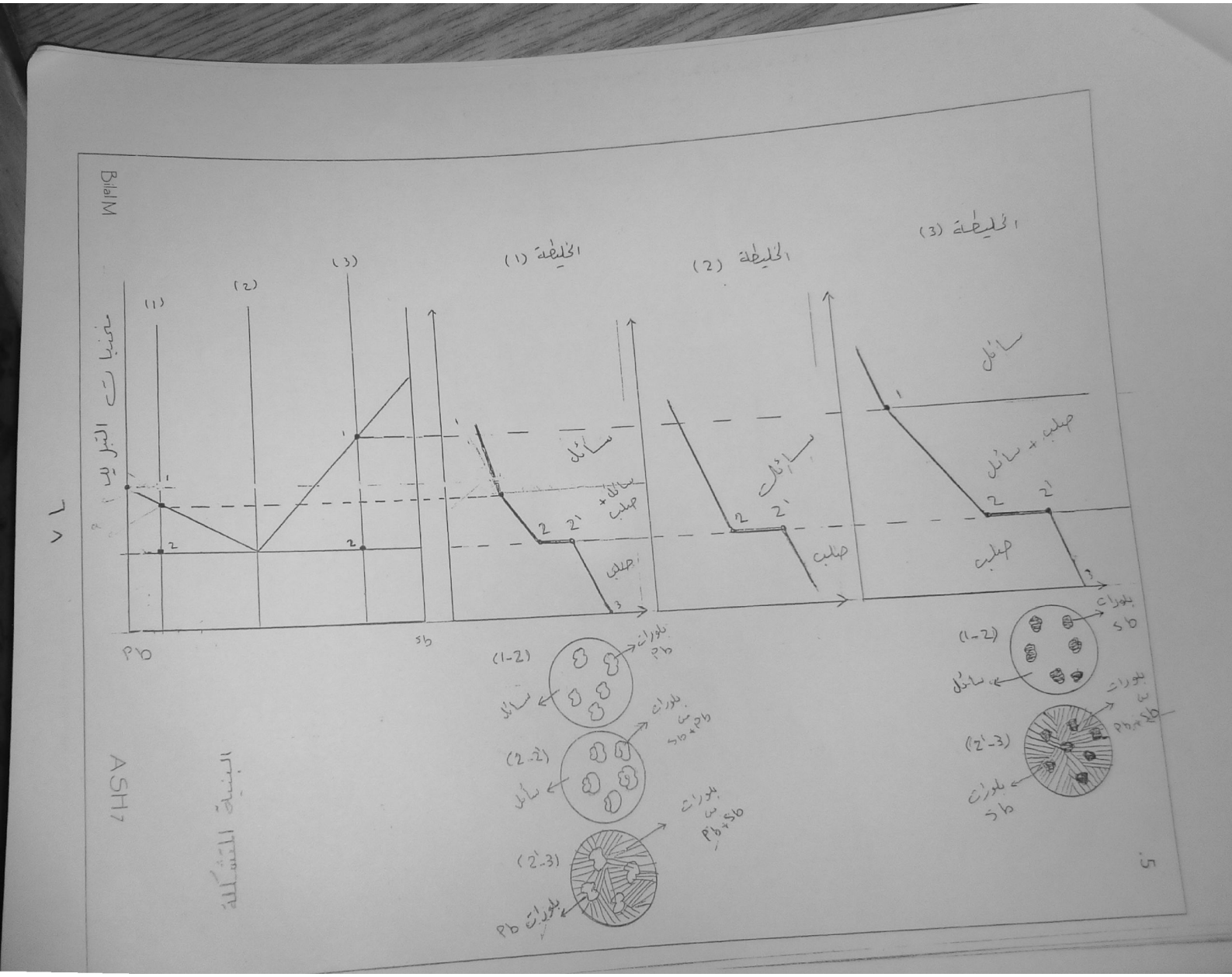
$$L = \frac{1 \times 0.2}{0.28} = 0.71$$

$$Sb = \frac{0.08}{0.28} = 0.28$$

3. النقطة (E) اليوتكتيكية: تسمى نقطة التحول اليوتكتيكي و هي اخفض نقطة تكون فيها الخليطة (Sb Pb) بالشكل السائل و يكون فيها ثلاث اطوار سائل من المزيج و صلب من الرصاص و صلب من الانتموان

4. لو ارتفعت درجة الحرارة فوق النقطة اليوتكتيكية بقليل نحصل على سائل متجانس من (Sb Pb) لا يمكن الفصل بينهم

Scanned by CamScanner



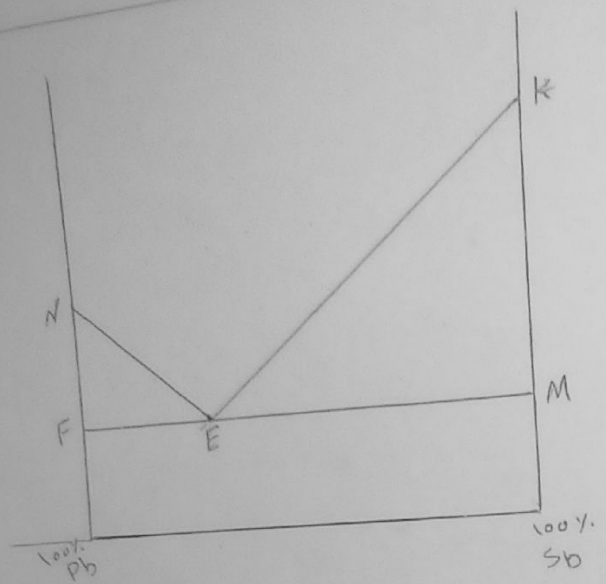
Scanned by CamScanner

(E N K) خط سيولة يمثل بداية التجمد

(F E M) خط الصلابة او التجمد

(N) نقطة انصهار المعدن النقي من (Pb)

(K) نقطة انصهار المعدن النقي من (Sb)

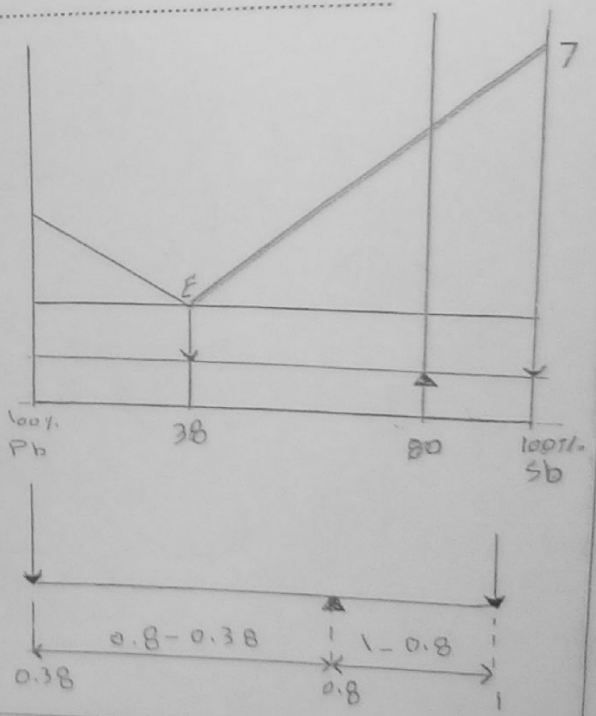


قانون العتبة

$$\frac{E_{eut}}{1-0.8} = \frac{Sb}{0.8-0.38} = \frac{1}{1-0.38}$$

$$E = \frac{0.2}{0.62} = 0.322$$

$$Sb = \frac{0.42}{0.62} = 0.78$$



اشكال مخططات الاتزان الحراري النظرية :

1. مخطط الاتزان لخليطة ثنائية مؤلفة من عنصرين (A&B) قابلين للانحلال فيما بينهما بالحالة السائلة والصلبة بشكل كامل و لا بشكلان فيما بينهما أي مركب كيميائي

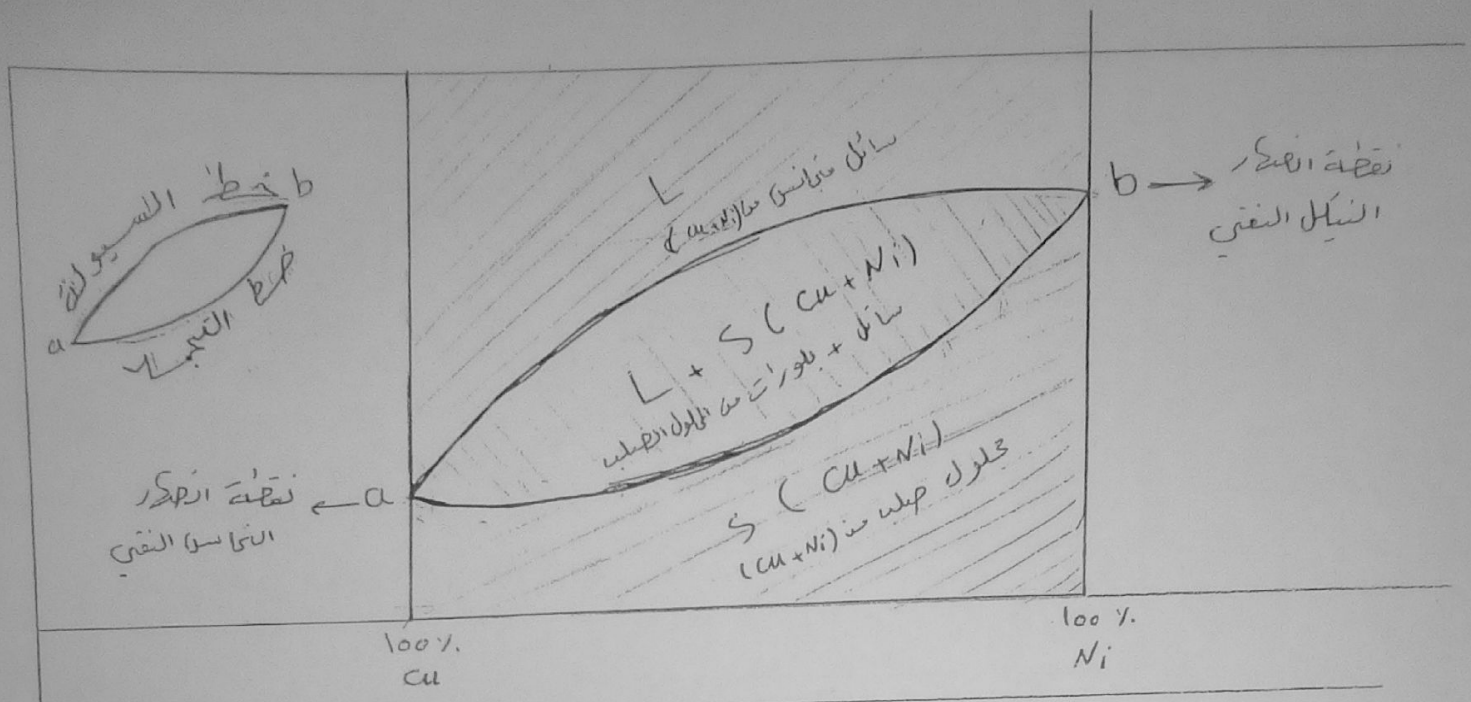
Bilal M

ASH7

٦٩

ASH7

Scanned by CamScanner

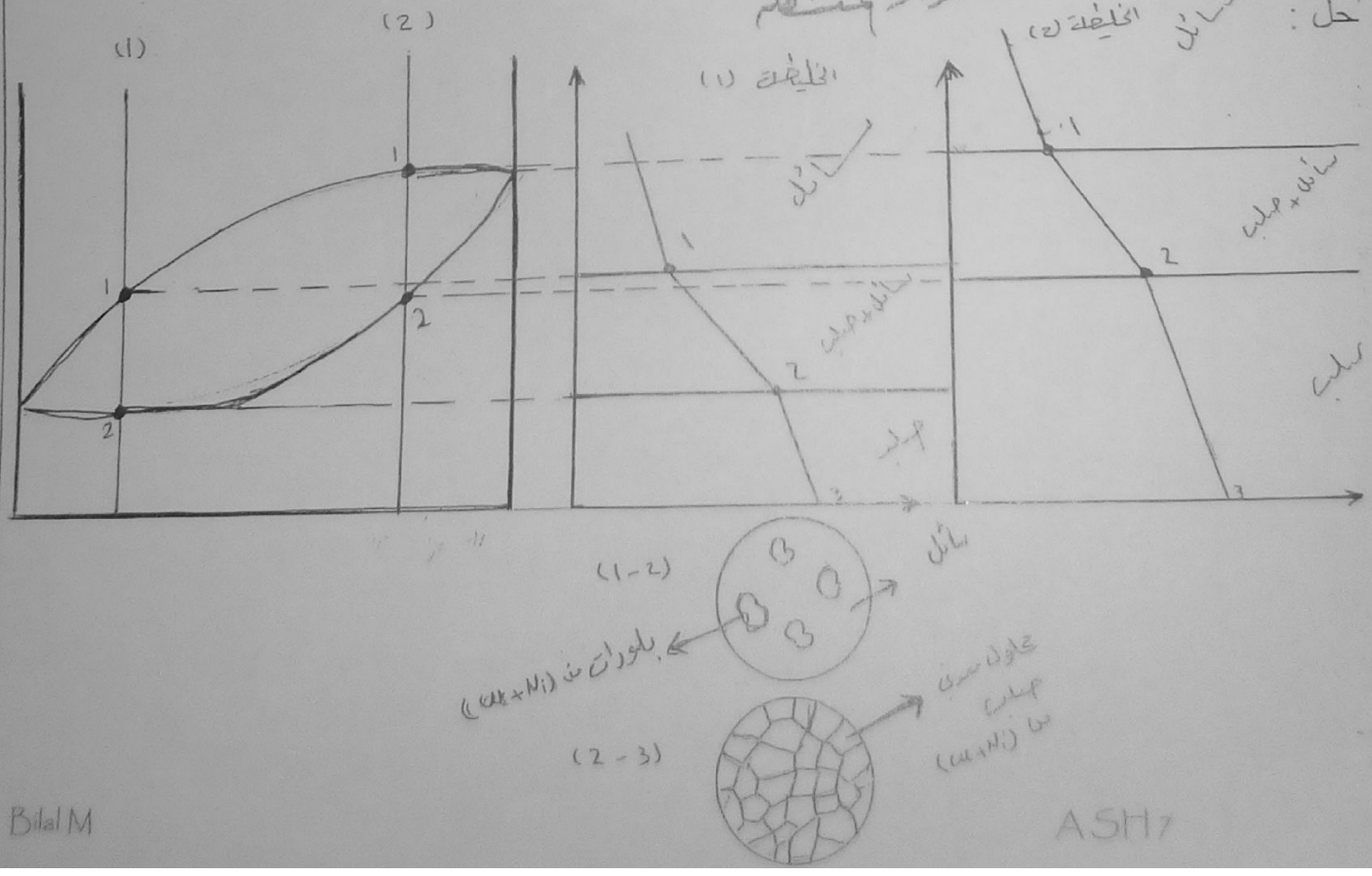


للخلائط (1,2) الموضحة بالشكل

1) ارسم منحنيات التبريد مع توضيح كل جزء من المنحني و نقطة بداية و نهاية التحول مع توضيح البنية المتشكلة خلال مراحل تبريد الخليطة من حالة المعدن المنصهر و حتى درجة حرارة الغرفة للخليطتين
2) اذكر مثال على هذا المخطط
3) احسب نسبة التركيز الكيميائي عند النقطة (M)

الأطوار بالشكل

حل :



Bilal M

ASH7

Scanned by CamScanner

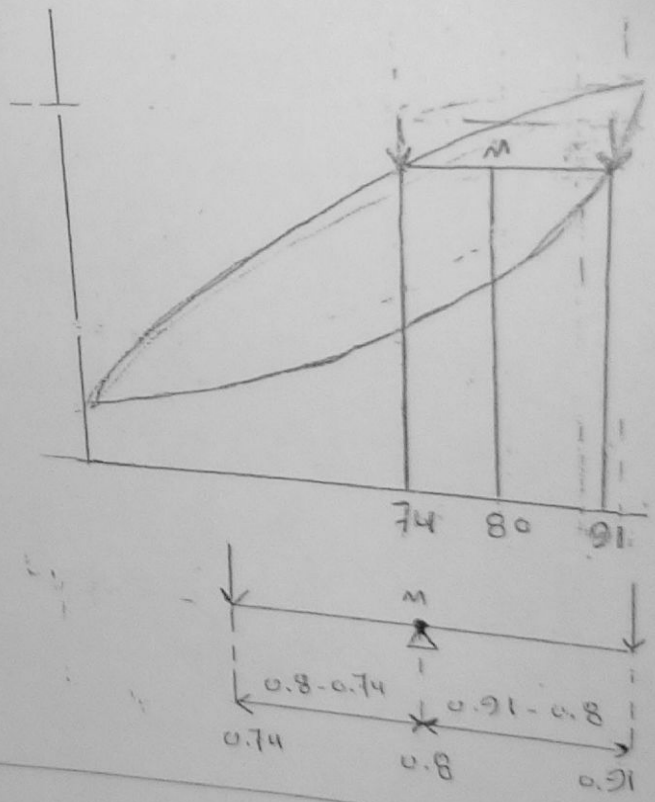
د + نيكل) (حديد + كوبالت) (ذهب + فضة)

.....

$$\frac{L}{0.91-0.8}=\frac{S}{0.8-0.74}=\frac{1}{0.91-0.74}$$

$$L=\frac{0.11}{0.17}=0.65$$

$$S=\frac{0.06}{0.17}=0.35$$



II. حالة مخطط الاتزان الحراري لخليطة ثنائية لمعدنين قابلين للانحلال فيما بينهما بشكل كامل في الحالة السائلة و غير قابلة للانحلال فيما بينهما بالحالة الصلبة يعتمد هذا المنحني وجود نقطة يوتكتيكية

ة عنه : بزموث

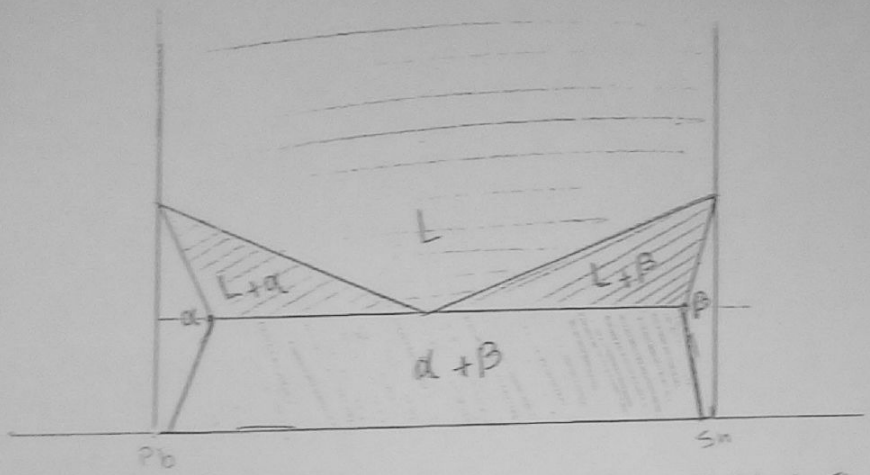
دير + مزمث) (رصاص + الانتموان) و قد درس هذا المخطط في بداية المحاضرة بالتفصيل

III. مخطط الاتزان الحراري لخليطة ثنائية قابلة للانحلال بشكل كامل في الحالة السائلة و بشكل جزئي في الحالة الصلبة درجتا انصهار عنصري الخليطة متقاربان و لا يشكلان أي مركب كيميائي فيما بينهما

Bilal M

ASH

Scanned by CamScanner



حيث (α) تمثل اكبر انحلال للعنصر (B) (القصدير) في (A) (الرصاص) أي (α) تمثل Pb(Sn)

و (β) تمثل اكبر انحلال للعنصر (A) (الرصاص) في (B) (القصدير) أي (β) تمثل Sn(Pb)

للخلائط (1,2,3) الموضحة بالشكل :

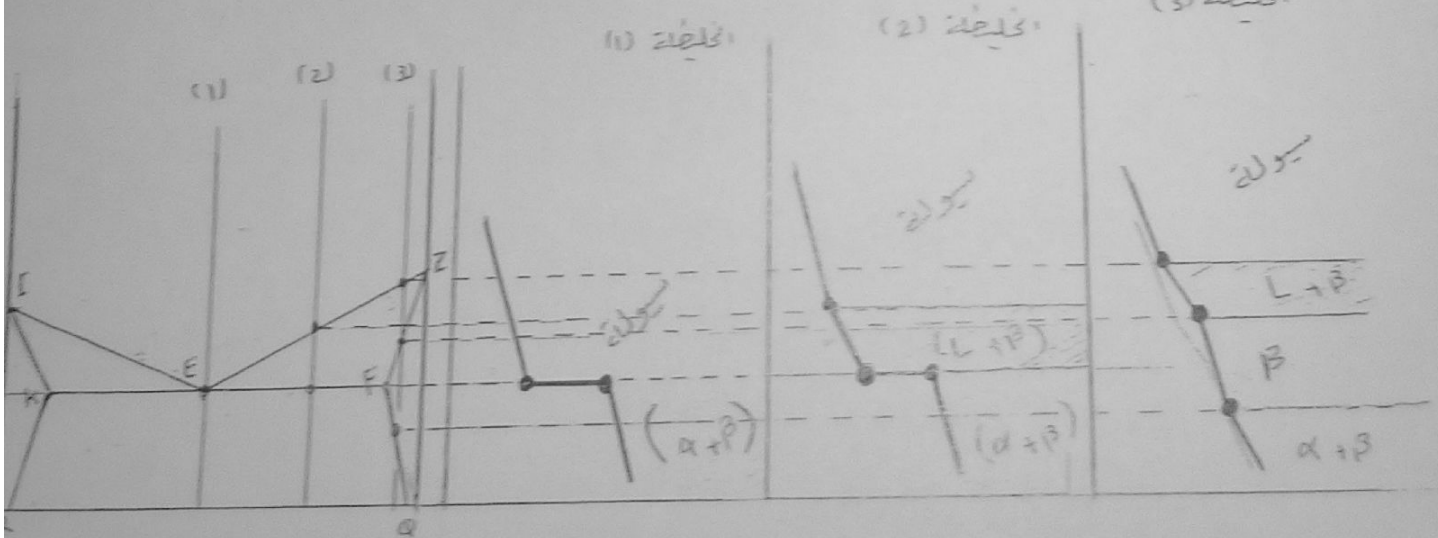
a) ارسم منحنيات التبريد مع توضيح كل جزء من المنحني و نقطة بداية و نهاية التحول

b) ارسم على مخطط الاتزان الحراري اسماء خطوط التحول

c) اذكر مثال على هذا المخطط

الحل :

a)



Scanned by CamScanner

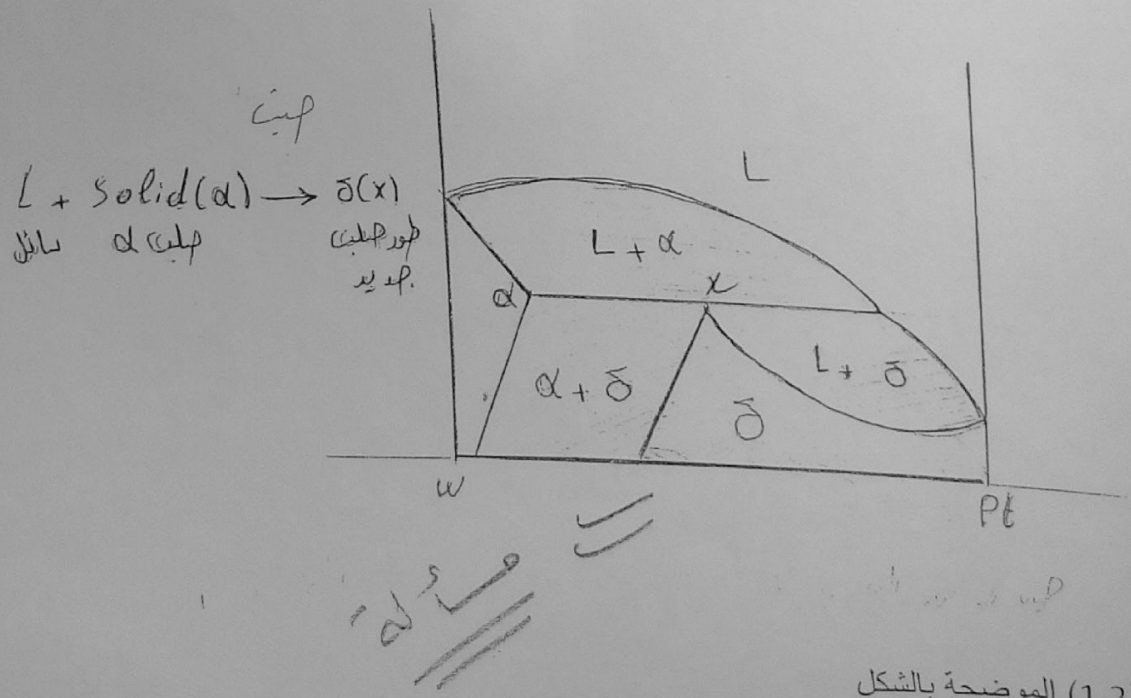
b) (I E Z) خط السيولة (I K R) خط الاذابة (Z F Q) خط الاذابة (K E F) خط التجمد

.....

c) رصاص + قصدير

IV. مخطط الاتزان الحراري لخليطة ثنائية مؤلفة من عنصرين قابلين للانحلال فيما بينهما بشكل كامل في الحالة السائلة و بشكل جزئي في الحالة الصلبة و درجتا انصهارهما متباعدتان مثل (تنغستين + بلاتين)

ما يميز هذا المنحني وجود نقطة تحول بيرتكتيكي

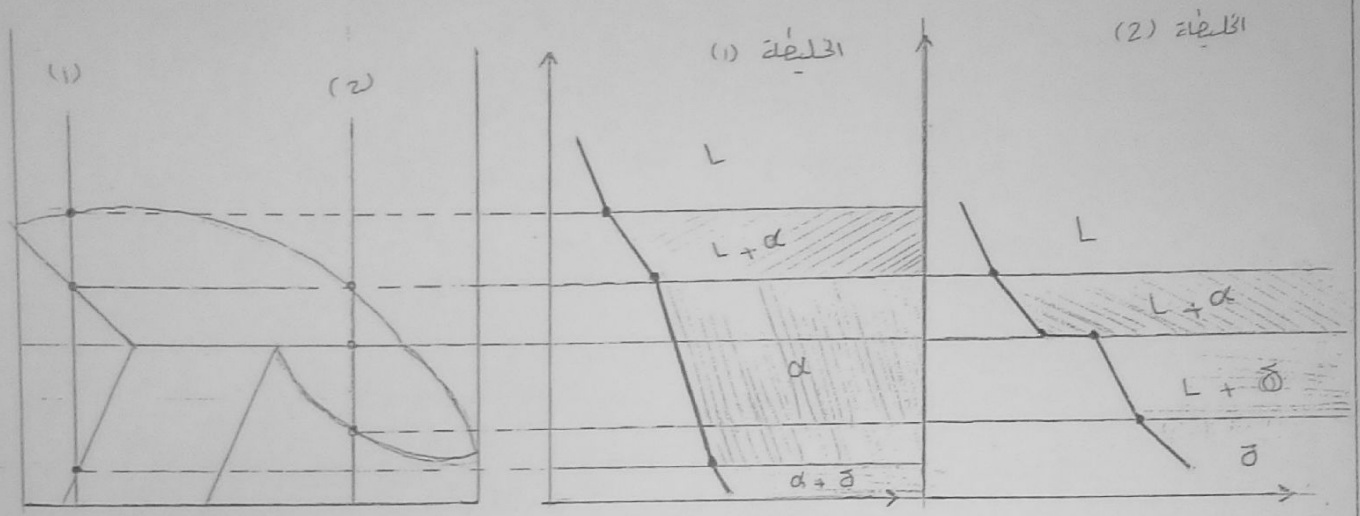


للخلائط (1,2) الموضحة بالشكل

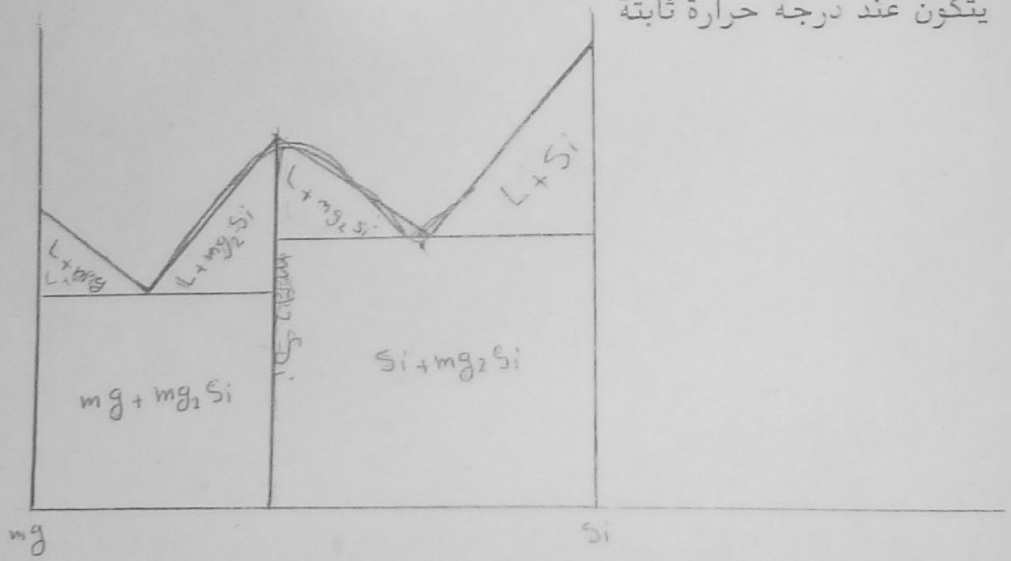
ارسم منحنيات التبريد مع توضيح كل جزء من المنحني و نقطة بداية و نهاية التحول

Bilal
Bilal M
Scanned by CamScanner

رقم سيارة 34523

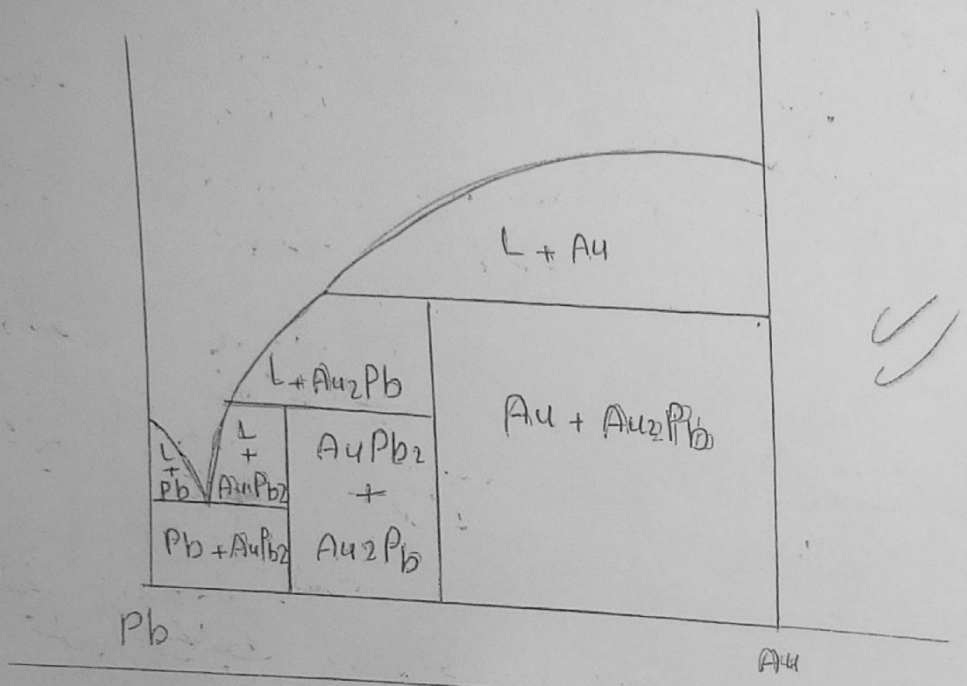


V. رسم منحني الاتزان الحراري لخليطة ثنائية مؤلفة من عنصرين يذوبان في بعضهما بشكل كامل في السائل و غير قابلين للانحلال بالحالة الصلبة و لكنهما يشكلان فيما بينهما مركب كيميائي يتكون عند درجة حرارة ثابتة

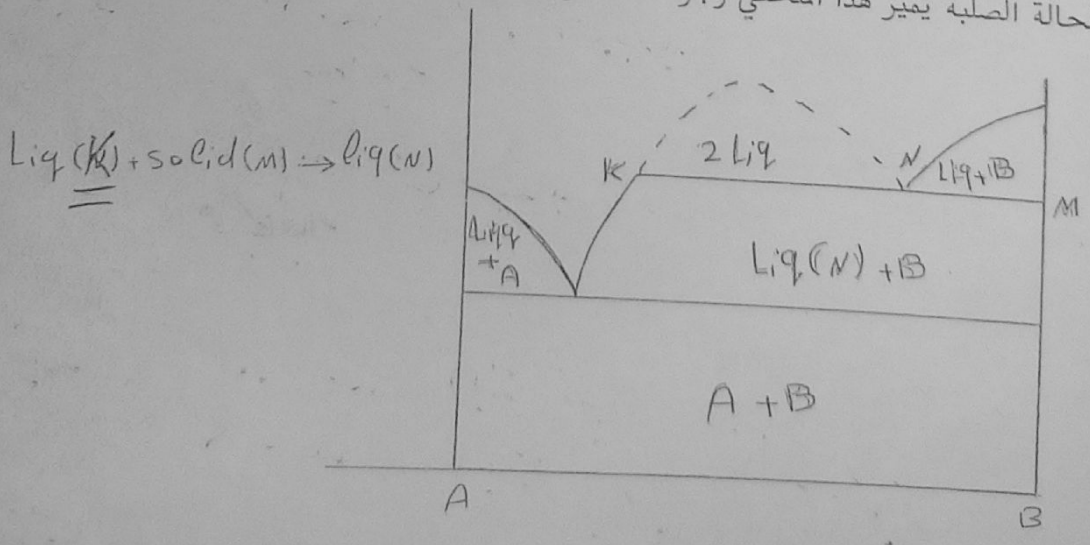


VI. رسم منحني الاتزان الحراري لخليطة ثنائية قابلة للانحلال فيما بينهما بشكل كامل في الحالة السائلة و عناصرها غير قابلة للانحلال فيما بينهما بالحالة الصلبة و لكنها تشكل فيما بينها مركب كيميائي في مجال حراري

Bilal M
ASH7
Scanned by CamScanner



VII مخطط الاتزان الحراري لخليطة ثنائية مؤلفة من عنصرين غير قابلين للانحلال فيما بينهما في الحالة السائلة و لا بالحالة الصلبة يميز هذا المنحني وجود نقطة مونوتكتيكية



المخططات من (I) و حتى (IV) مطلوب منهم نفس طلبات المسألة الاولى

المخطط (V) و (VI) فقط رسم المنحني و المخطط (VII) غير مطلوب

THE END ☺

Bilal M

ASH7

Scanned by CamScanner